Die Fortschritte

des

metallurgischen Hüttengewerbes

im Jahre 1861

oder

systematischer Jahresbericht über die Brennmaterialkunde, über den Ofen- und Gebläsebau, die Roheisen-, die Gußwaaren-, die Stabeisen- und Stahlfabrikation, ferner die Zink-, Kupfer-, Blei-, Silber- u. s. w. Gewinnung.

Nebst

kurzer Entwickelung der neuesten quantitativen Metallproduction.

Dargestellt

von

Dr. Carl Fr. Alex. Hartmann,

Berg- und Hütteningenieur.

Fünfter Band.

Mit 5 lithographirten Foliotafeln.

Leipzig, 1862.

A. Förstnersche Buchhandlung.

(Arthur Felix.)

Die Fortschritte

des

metallurgischen Hüttengewerbes

im Jahre 1861

oder

systematischer Jahresbericht über die Brennmaterialkunde, über den Ofen- und Gebläsebau, die Roheisen-, die Gußwaaren-, die Stabeisen- und Stahlfabrikation, ferner die Zink-, Kupfer-, Blei-, Silber- u. s. w. Gewinnung.

Nebst
kurzer Entwickelung der neuesten quantitativen Metallproduction.

Dargestellt

von

Dr. Carl Fr. Alex. Hartmann,

Berg- und Hütteningenieur.

Fünfter Band.

Mit 5 lithographirten Foliotafeln.

Leipzig, 1862.
A. Förstnersche Buchhandlung.
(Arthur Felix.)

Die Fortschritte

des

metallurgischen Hüttengewerbes

im Jahre 1861.

Inhaltsverzeichniss.

Erster Abschnitt.

Allgemeiner oder präparativer Theil der metallurgischen Hüttenkunde.

Zweiter Abschnitt.

Eisen.

Drittes Kapitel.

Die Stabeisenfabrikation.

Viertes Kapitel.

Die Stahlfabrikation.

Dritter Abschnitt.

Zink.

Vierter Abschnitt.

Kupfer.

Fünfter Abschnitt.

Blei.

Sechster Abschnitt.

Quecksilber.

Siebenter Abschnitt.

Silber.

Achter Abschnitt.

Gold.

Neunter Abschnitt.

Platin.

Beiträge zur neuesten Metallproduktion.

Erster Abschnitt.

Allgemeiner oder präparativer Theil der metallurgischen Hüttenkunde.

Ehe wir uns zu den verschiedenen Kapiteln dieses Abschnittes selbst wenden, wollen wir zuvörderst drei, im Laufe des Jahres 1861 erschienene allgemeine Werke über Hüttenkunde besprechen:

Handbuch der metallurgischen Hüttenkunde zum Gebrauche bei Vorlesungen und zum Selbststudium. Bearbeitet von Bruno Kerl, Königl. Hannoverschen Bergamtsassessor und Lehrer der Hüttenkunde und Probirkunst an der Königl. Bergschule zu Clausthal. In vier Bänden. Erster Band. Mit 16 lithographirten Tafeln und einer graphischen Windtabelle. Zweite, umgearbeitete und vervollständigte Auflage. Freiberg, Buchhandlung Engelhardt. 1861. XXVIII und 911 S. gr. 8.

Der Herr Verfasser sagt in dem Vorwort zu dieser 2ten Auflage seines Werkes, welches zur Zeit das wichtigste und ziemlich auch das vollständigste über Hüttenkunde ist, folgendes: Es sei im Wesentlichen nach dem früher gewählten Plane angeordnet, dagegen habe, um die Mängel der ersten Auflage zu beseitigen und die Schrift auf den Standpunkt des heutigen metallurgischen Wissens thunlichst zu erheben, eine derartige Umarbeitung des Ganzen stattgefunden, daß verhältnißmäßig nur wenig von der frühern Auflage geblieben und ein fast ganz neues Buch geschaffen ist. Durch die seit den letzten sechs Jahren auf dem Felde der Metallurgie gemachten Erfahrungen bereichert, hat die Schrift auch, wo es nöthig erschien, einen wesentlichen Zuwachs durch ausführliche Besprechung früher nur kurz erwähnter Gegenstände erhalten. — Der Verf. bemerkt ferner, daß das ganze Werk in vier Bänden erscheinen, von denen der erste den präparativen Theil enthalte, die übrigen aber den applicativen

ausmachen würden. Letzterm würden, wenn erforderlich, nach einem größern Maaßstabe ausgeführte Zeichnungen beigegeben, während für den ersten, allgemeinen Theil nach einem kleinern Maaßstabe angefertigte Zeichnungen genügen dürften. Die Anzahl der im größeren Format, als bei der 1. Auflage, hergestellten Figurentafeln, sei beträchtlich vermehrt und den Maaßstäben in den betreffenden Landesmaaßen seien jedesmal Metermaaßstäbe beigegeben.

Inhaltsübersicht des ersten Bandes: Einleitung (Begriffe, Grenzen, Geschichte und Eintheilung der Hüttenkunde). — Erster Theil. Allgemeine metallurgische Hüttenkunde. — I. Abschnitt. Metallurgisch-chemisches Verhalten der Metalle und ihrer Verbindungen: Allgemeines; Metalle; Metalllegirungen; Metalloxyde und Säuren; Schwefelmetalle; Arsen- und Antimonmetalle; Kohlenstoffmetalle; Phosphormetalle; Metallsalze. — II. Abschnitt. Hüttenprozesse: Eintheilung der Hüttenprozesse. — 1. Kap. Hüttenprozesse auf trocknem Wege: 1. Rösten; 2. Schmelzen; 3. Sublimiren und Destilliren; 4. Saigern und Krystallisiren; 5. Glühen, Tempern, Cementiren und Adouciren. — 2. Kap. Hüttenprozesse auf nassem (hydrometallurgischem) Wege: 1. Auflösung und Fällung; 2. Amalgamation. — Anhang: Metallverlust bei den Hüttenprozessen. — III. Abschnitt. Hüttenmaterialien: 1. Kap. Erze: Vorkommen; Bezeichnung der Erze; Anlieferung und Aufbewahrung; Probiren (auf trocknem Wege, quantitative Löthrohrproben, qual. Proben auf nassem Wege); mechanische Prozesse zur Vorbereitung der Erze. — 2. Kap. Zuschläge und Flüsse: Zweck derselben; Zuschläge; Flüsse; Luft und Wasser. — 3. Kap. Brennmaterialien: Allgemeines: Trocknen und Darren der Brennmaterialien; dokimastische Untersuchungen; Wärmeeffect. — I. Feste Brennmaterialien: Holz; Holzkohlen; Torf; Torfkohlen; Braunkohlen; Kokes von denselben; Steinkohlen; Kokes. — II. Gasförmige Brennmaterialien: Allgemeines; Gichtgase; Generatorgase (174 Seiten). — IV. Abschnitt. Hüttenapparate: 1. Abth. App. zu chem.-metallurg. Proz. auf dem trocknen Wege: — 1. Kap. Materialien zum Ofenbau: Beschaffenheit; Hauptmaterialien; feuerfeste Bindemittel; feuerfeste lose Materialien zur Bildung des Schmelzherdes. — 2. Kap. Oefen und deren Betrieb: Eintheilung. A. Herde oder Herdöfen: Allgemeines; Herde ohne und mit Gebläse. — B. Schachtöfen: Eintheilung; Zugschachtöfen; Gebläseschachtöfen; Arbeiten beim Betriebe; Uebelstände des Schachtofenbetriebes. — C. Flammöfen: Construction; Eintheilung; Röstflammöfen; Schmelz-

flammöfen. — D. Gefäßöfen: zum Rösten, Schmelzen, Sublimiren, Destilliren, Saigeröfen, Cementiröfen (192 Seiten). — 3. Kap. Vorrichtungen zur Condensation des Hüttenrauches: Allgemeines; für Gase, für Dämpfe, für Flugstaub. — 2. Abth. Apparate zu chem.-met. Proz. auf nassem Wege: Allgemeines; Auflösungs- und Fällungsgefäße; Amalgamirapparate. — 3. Abth. Hülfsapparate: 1. Kap. Gebläsevorrichtungen: A. Das Gebläse: Allgemeines; lederne und hölzerne Bälge; Kastengebläse; Cylindergebläse; hydraulische Gebläse; Ventilatoren. — B. Windregulatoren; C. Winderhitzungsapparate; D. Windleitungsröhren; E. Vorrichtungen zur Bestimmung des Windquantums (127 Seiten). — 2. Kap. Apparate und Geräthschaften zu mechanischen Arbeiten. — V. Abschnitt. Hüttenproducte: 1. Kap. Educte: Allgemeines; Metalle und Metalloide. — 2. Kap. Hüttenfabrikate. — 3. Kap. Zwischenproducte: Allgemeines; Metalle; Legirungen; Schwefelungen; Arsenmetalle (Speisen); Kohlenstoffmetalle; Oxyde; Metallsalze. — 4. Kap. Hüttenabfälle: Allgemeines; Ofenbrüche; Geschur und Gekrätz; Flugstaub; Schlacken und Schlackenanalysen (96 Seiten). — Anhang: 5 Tabellen mit Aequivalenten, spez. Gewicht, Ausdehnung, Thermometerscalen, Pyrometerscalen, Schmelzpunkten 2c. — Die Figurentafeln enthalten Probirgeräthschaften; Verbrennungs- und Vorrichtungen zum Trocknen und Darren der Brennmaterialien; Gichtgasfänge und Waschapparate; Gichtgasableitungen und Verbrennungen, Gasgeneratoren; Rösthaufen, Röststadeln; Röst-, Herd- und Schachtöfen; Formen; Schmelz-Schachtöfen; Röst- und Schmelz-Flammöfen; Gefäßofen; Rauch-Condensationsvorrichtungen; hydrometallurgische Apparate; Gebläse; Windregulatoren; Winderhitzungsapparate; Windleitungsröhren; Manometer; Arbeitsgezäh.

Vorlesungen über allgemeine Hüttenkunde. Von C. F. Plattner, Königl. Sächs. Bergrath und Professor 2c. Nach dem hinterlassenen Manuscript herausgegeben und vervollständigt von Th. Richter, Königl. Sächs. Oberhüttenamtsassessor, Hüttenchemiker und Lehrer an der Bergakademie. In zwei Bänden. Zweiter Band. Erste Lieferung. Mit 26 in den Text eingedruckten Holzschnitten. Freiberg, Engelhardt, 1861. 176 Seiten. gr. 8.

Der erste Band wurde im 3. Bande, S. 1, angezeigt; der zweite Band behandelt den speciellen Theil der Hüttenkunde und zwar folgende Metalle: 1. Antimon; 2. Wismuth; 3. Zinn; 4. Blei; 5. Kupfer. — Bei jedem Metalle wird von den Eigenschaften, von den Erzen und deren Probiren und den Gewinnungs- 2c. Methoden geredet.

Metallurgy. The art of extracting metals from their ores and adapting them to various purposes of manufacture. By John Percy, M. Dr. F. R. S., Lecturer on Metallurgy at the Government school of mines. — Fuel; Fireclays; Copper; Zinc; Brass. With Illustrations chiefly from original drawings, carefully laid down to scale. London, Murray 1861. XIV u. 635 Seiten. gr. 8. 21 shill.

Der Verfasser stellt in dem Vorwort den vom Refer. schon oft ausgesprochenen Satz auf, daß, obgleich in Großbritanien das Hüttenwesen nach dem großartigsten Maßstabe ausgeführt werde, die Literatur dieses Gewerbes dennoch eine schwache sei. Er bemerkt aber weiter, daß dieß nicht zu der Annahme Veranlassung geben dürfe, die britischen Hüttenleute seien theoretische Ignoranten, indem dieß durchaus nicht der Fall sei und sie mit allen Fachgenossen der Erde einen ehrenhaften Vergleich aushalten könnten. — Herr Percy gesteht ferner die großen Verdienste der deutschen Berg- und Hüttenleute im Allgemeinen und speciell für den englischen Bergbau und Hüttenbetrieb zu, was eine lobenswerthe Ausnahme von der anmaßenden Nichtachtung seiner Landsleute gegen deutsche Bestrebungen und Verdienste ist. Wenn jedoch die englischen technischen Schriftsteller die deutsche Literatur so gut kennten wie Dr. Percy, so würden solche einseitigen Urtheile niemals gefällt werden! Aber auch die französische und schwedische Literatur kennt unser Autor recht gut. — Wir ersehen aus der Vorrede, daß ein zweiter Band des Werkes die Metallurgie des Eisens, Bleies, Silbers, Goldes, Platins, Nickels, Kobalts, Arsens, Wismuths, Antimons, Zinns, Quecksilbers ꝛc. enthalten und noch vor Ablauf dieses Jahres erscheinen wird.

Wir wenden uns zu dem Inhalte des vorliegenden ersten Bandes. — In der Einleitung spricht der Verfasser von gewissen physischen Eigenschaften der Metalle, d. h. von den Wirkungen der Wärme, von dem specifischen Gewicht, der Krystallisation, dem Bruch, der Dehnbarkeit, Geschmeidigkeit, Festigkeit, Zähigkeit, Weichheit, Leitungsfähigkeit für Wärme und Electricität, Undurchsichtigkeit, Glanz, Farbe u. s. w. — Der I. Abschnitt des Werkes hat Allgemeine Betrachtungen über die Hüttenprozesse zur Ueberschrift; Dr. Percy spricht in demselben von den Erzen, so wie von den Hüttenprozessen, als Reduktion, Schmelzung, Röstung, Destillation, Sublimation, Saigern, und von den Schlacken, ihrer Bildung, ihrem äußern Ansehen, Sprödigkeit, Zähigkeit, Farbe, Schmelzbarkeit; es werden die Versuche von Berthier, Sefffström, Plattner, die über die Schmelzbarkeit gewisser Verbindungen erwähnt, es wird über Fluß, Schmelzpunkte ꝛc. geredet. — Der

2. Abschnitt handelt von den Brennmaterialien: Allgemeines, Holz, Torf, Steinkohlen, Braunkohlen, Holzkohlen, Kokes, brennbare Gase. Es ist dieser für das Hüttenwesen so wichtige Abschnitt mit der erforderlichen Vollständigkeit, auf 160 Seiten, mit vielen Illustrationen, besprochen worden. — In dem 3. Abschnitte wird von den natürlichen feuerfesten Materialien, die zur Anfertigung der Tiegel, Retorten, so wie auch zum Bau der Oefen angewendet werden, geredet.

Der folgende Abschnitt ist der Metallurgie des Kupfers gewidmet, und zwar umfaßt derselbe 277 Seiten und eine ganze Reihe von Holzschnitten. Da Dr. Percy sein Werk zunächst für England schrieb, so ist bei dem für sein Vaterland so höchst wichtigen Kupfer der englische Gesichtspunkt ganz festgehalten. Die chemischen Verhältnisse des Metalles sind sehr beachtet; es folgen alsdann historische Notizen, und nachdem den Kupfererzen die gehörige Beachtung angediehen ist, wird der Waleser Kupferhüttenprozeß, im Verhältniß zu seiner großen Wichtigkeit, sehr vollständig entwickelt. Darauf folgt die Beschreibung anderer Kupferhüttenprozesse auf trockenem Wege, namentlich in Schachtöfen, so wie die der Prozesse auf nassem Wege. Den übrigen Theil dieses Abschnittes nehmen die wichtigsten Probirmethoden, einige merkantilische und haushälterische Bemerkungen, in Beziehung auf Kupferhüttenbetrieb und Kupferproduktion, endlich sehr wichtige Notizen über Kupferblech, dessen Fabrikation und Benutzung ein.

Bei der nun folgenden Metallurgie des Zinks hat Dr. Percy denselben Weg wie beim Kupfer befolgt. Da die englische Zinkgewinnung gegen die oberschlesische, rheinpreußische und belgische, sowohl in der Quantität, als auch in Beziehung auf die Zweckmäßigkeit der Prozesse zurücksteht, so hat er dieselbe nach den neuesten und besten Hülfsmitteln und Arbeiten deutscher und französischer Hütteningenieure beschrieben. — Den Beschluß macht das Messing, über dessen Bereitung das Nöthige gesagt wird.

Wir müssen gestehen, daß der Verfasser seine Aufgabe gut gelöst und ein, nicht allein für den Hüttenmann, sondern auch für den Techniker und Gewerbtreibenden im Allgemeinen, sehr praktisch brauchbares Werk geliefert hat. Dieß ist aber besonders hervorzuheben, da die trefflichen Werke von Kerl und Plattner nur für den Hüttenmann bearbeitet sind, das erstere aber in der neuen Auflage sehr umfangreich und theuer und das zweite sehr einseitig ist, da das Hauptmetall, das Eisen, fehlt, es daher an einer Metallurgie oder

metallurgischen Hüttenkunde für den Technologen fehlt. Das vorliegende Werk ist einerseits vollständig und andererseits auf einen gewissen Umfang beschränkt. Daß der allgemeine Theil der Metallurgie nicht so ausgedehnt ist, daß man die Oefen und Gebläse erst bei den einzelnen Metallen kennen lernt, hat aus dem erwähnten Gesichtspunkte durchaus nichts Nachtheiliges. Herr Percy benutzte sehr reiche Hülfsmittel in allen drei Weltsprachen, viele eigene, so wie die ihm mitgetheilten Beobachtungen befreundeter Berg- und Hüttenleute. — Das Aeußere des Buchs endlich, besonders die dem Text eingedruckten Abbildungen, nicht dunkel schraffirte axonometrische Zeichnungen, sondern kleine Risse, sind sehr gut und praktisch zweckmäßig.

Erstes Kapitel.

Von den Brennmaterialien.

Sehr werthvolle dokimastische Untersuchungen über die Brennmaterialien hat Professor Rivot, an der Kaiserl. Bergschule zu Paris in dem ersten Bande seinen „Docimasie. Traité d'Analyse des Substances minérales à l'Usage des Ingénieurs des Mines et Usines“ (Paris 1861) mitgetheilt; es ist diese sehr tüchtige Arbeit deutsch in der Allgem. berg- und hüttenmännischen Zeitung, 1861, Nr. 31 ꝛc., abgedruckt, kann aber hier nur erwähnt werden.

Holzverkohlung.

Einen neuen Holzverkohlungsofen beschreibt der franzöſ. Techniker Autier zu Borries bei Belley in Armengaud's Génie industriel, Mai 1861, S. 263 und daraus im Polytechn. Journal, Bd. 161, S. 102. — Dieser Ofen hat den Zweck, die bekannten Uebelstände der Meilerverkohlung zu vermeiden und bei einfacher Construction einen in allen Fällen regelmäßigen und sichern Gang des Betriebes zu veranlassen. Es sollen dadurch die nachstehenden Vortheile erreicht werden:

1) vollkommene Verkohlung aller Theile des Holzes, ohne zu große Erhöhung der Temperatur (welche höchstens auf 700° C. steigen darf);

2) zur Wärmeentwickelung die werthlosen Abfälle anwenden zu können, welche sich in den Wäldern vorfinden, wodurch also die Aeste und Zweige nutzbringender verwendet werden können;

3) vollständige Ausnutzung der Wärme, welche die fertigen Holzkohlen abgeben, wenn sie vor der Aufbewahrung abgekühlt werden.

Fig. 1 Taf. I ist ein Längendurchschnitt dieses Ofens, Fig. 2 ein Horizontaldurchschnitt desselben nach einer über dem System der Wärmevertheilungscanäle befindlichen Ebene, und Fig. 3 ein Durchschnitt des Zugregulirapparates in größerem Maaßstabe.

Der Ofen besteht in einem rechteckigen Behälter X aus Ziegeln oder Eisenblech, der auch im Walde selbst leicht hergerichtet werden kann. Die Höhe desselben beträgt 3—4 Meter und mehr, je nach Bedürfniß. Er ist durch die Scheidewand Y in zwei Theile getheilt, deren einer A die Feuerung, und der andere F den eigentlichen Verkohlungsraum bildet. Die innere Breite des Ofens entspricht der Länge der gewöhnlichen Holzscheite; die Länge des Raumes richtet sich nach der Höhe und nach der in Arbeit zu nehmenden Holzmenge.

In einer gewissen Höhe ist eine Reihe runder Eisenstäbe h angebracht, welche von außen entweder einzeln oder mittelst Zahnräder gleichzeitig in Drehung versetzt werden können. Der Zwischenraum zwischen diesen Stäben beträgt etwa 3 Decimeter. Unmittelbar unter dieser Art von Rost befindet sich eine horizontale Mauer mit zahlreichen rechteckigen Oeffnungen i, welche mit einem großen Canal j in Verbindung steht, der seinerseits durch die Oeffnungen k direct mit dem Feuerraum A verbunden ist.

Wenn der Ofen im Walde auf unebenem Boden aufgestellt werden soll, so kann er mit seinen Rück- und Seitenwänden, etwa bis g in der Erde stehen, was der Festigkeit und der Hitze des Ofens zu gute kommt.

Eine Hauptsache bei der Verkohlung mittelst dieses Apparates ist es, zu verhindern, daß der Brennstoff nicht selbst an das zu verkohlende Holz Feuchtigkeit abgibt. Zu diesem Zwecke befindet sich in dem Raum A die durch den Hebel v zu bewegende Zwischenplatte B, welche von außen regiert werden kann oder durch ein Gegengewicht balancirt ist. Zuerst kommt der Brennstoff in den Raum A', wo er zwischen der Platte B und dem Deckel b' eingeschlossen ist. Durch leichte Lüftung von B und b' treten so viel Feuergase in diesen Raum, daß der Brennstoff vollkommen trocken wird, worauf man ihn durch Bewegung von B nach dem eigentlichen Herde hinabfallen läßt.

Die heißen im Herde erzeugten Gase treten durch j und k in den Verkohlungsraum, um daselbst durch die Oeffnungen i hindurch auf das Holz einzuwirken.

Die Holzstücke werden in F in horizontalen Schichten angeordnet; man legt zu unterst eine oder zwei Schichten vom dicksten Holze

quer auf die Stäbe h, hierauf eine dieselbe kreuzende von 3 Decimeter Dicke und so weiter bis zum oberen Rande des Ofens.

Wenn das Holz in Folge der Verkohlung nachsinkt, so fährt man oben mit dem Auflegen neuer Schichten in derselben Weise fort.

Die untere Holzschicht verkohlt sehr bald, die zerbrochenen Kohlen fallen in den unteren Theil des Ofens, woraus sie nach dem Abkühlen durch die Thüren n herausgezogen werden. Wenn die Kohlen nicht schnell genug zerbrechen, so befördert man dieß durch gleichmäßiges und gleichzeitiges Umdrehen der Roststäbe.

Wenn man die Kohlen ziehen will, so verschließt man die obere Oeffnung des Ofens vollständig, und versperrt nach dem Herausziehen die Thüren n sofort wieder. Es darf keine andere Luft in den Ofen gelangen, als diejenige, welche durch die Röhre t eintritt. Der Gang der Luft und der Gase ist in der Figur durch Pfeile angedeutet.

Um die Abkühlung bei m zu beschleunigen, steht dieser Raum mit einem Canal c durch ähnliche Oeffnungen wie die oberen i, in Verbindung. Dieser Canal t, welcher nach t^1, t^2, t^3 gekrümmt ist, verbindet sich mit dem Canal c, welcher die Leitung t umgibt. Der Canal c ist weit genug, um den darin enthaltenen Gasen zu gestatten die Leitung t zu erhitzen. Die heißen und unverbrennlichen Gase der Kohle steigen in dem Canal c in die Höhe, indem sie durch die Theile c^1, c^2 2c. hindurchgehen und fallen durch die oben angedeuteten Oeffnungen wieder in den Kohlenbehälter m zurück, nachdem sie durch Berührung mit der Röhre t kälter und schwerer geworden sind. Diese Gase verbrennen die Kohlen nicht und übertragen also die Hitze derselben während des Verlöschens an den Herd A, mit welchem die Röhre t in Verbindung steht. Es wird diesem also die Hitze zugeführt, welche die Kohlen während des Abkühlens abgeben müssen. Der Herd muß, wie bei andern Oefen, durch die äußere Luft gespeist werden, dieß geschieht hier in selbstregulirender Weise durch die Hitze des Ofens selbst.

Am Ende der Röhre t ist damit eine Röhre o verbunden (Fig. 3), deren oberes Ende ringförmig erweitert und umgebogen ist; an diesem Ende ist ein ringförmiges bis an den Rand mit Wasser angefülltes Gefäß s befestigt. Ein in senkrechter Richtung frei beweglicher Deckel p trägt ebenfalls einen Wasserbehälter s', in welchen ein zurückgebogener Kranz r des Rohres o eintauchen und so einen hydraulischen Verschluß bilden kann. Unter dem Behälter s' befindet sich ein zweiter Kranz r', welcher ebenfalls in das Gefäß s

eintauchen und damit einen dichten Verschluß des Deckels p bilden kann.

In dem Canale j für die heißen Gase ist etwa j^2 die Luftsaugeröhre o angebracht, deren Deckel p an einem Hebel hängt; dieser Deckel spannt durch sein Gewicht den 2 bis 3 Millim. starken Messingdraht, an welchem er hängt, hinreichend. In Fig. 3 deuten die Pfeile die für den Eintritt der Luft gelassenen Oeffnungen an. Je nachdem die Hitze in den Kanälen größer oder geringer ist, wird der Draht mehr oder weniger ausgedehnt und der Deckel p steigt oder sinkt dem entsprechend, wodurch also der Kranz r sich dem Wasser des Behälters s′ mehr oder weniger nähert und so die Menge der eintretenden Luft vermindert oder vermehrt. Taucht der Kranz r in das Wasser ein, so wird der Luftzutritt ganz abgesperrt. Auf diese Weise kann die Temperatur des Ofens eine bestimmte Grenze nicht übersteigen, welche man auf etwa 650° C. normirt, indem man den Ausdehnungscoefficienten des regulirenden Messingdrahtes mit 0,000019 in Rechnung bringt.

Sollte diese Vorschrift vernachlässigt worden sein, so tritt der Hülfsbehälter s in Thätigkeit. Wenn nämlich die Temperatur das festgestellte Maximum übersteigt, so dehnt sich der Draht zu stark aus, der Deckel sinkt herab und der Kranz r′ taucht in das untere Bassin s und versperrt also den Zug.

Man erkennt, daß bei diesem Verfahren die Hitze benutzt wird, welche der freie Wasserstoff des zu verkohlenden Holzes entwickelt, was beim Verkohlen in geschlossenen Gefäßen nicht leicht zu bewirken ist.

Das Holz enthält im Kubikmeter 3 bis 3,6 Kil. oder im Mittel 3,3 Kil. freien Wasserstoff, woraus durch Verbindung mit Sauerstoff — da jedes Kilogramm hierbei 23500 Wärme-Einheiten entwickelt —

$$23500 \cdot 3{,}30 = 77550 \text{ W.-E.}$$

entwickelt werden.

Bei dem neuen Verfahren verbindet sich der Wasserstoff vollständig mit dem wenigen Sauerstoff, welchen die Verbrennung im Herde hinterließ. Der Wasserstoff verhindert also durch seine größere Verwandtschaft zum Sauerstoff jede Verbrennung von Kohlenstoff im Innern des Ofens; dieß ist ein großer Vortheil, welcher bisher nicht gehörig beachtet worden zu sein scheint.

Mit diesem neuen Apparat hat man es erreicht, nur 75 Kil. oder $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{4}$ Kubikmeter Holz zu verbrennen, um 1 Kubikmeter Holz zu verkohlen, was also eine Ersparniß von 60 Proc. gegen

andere Methoden ergibt, die für jeden zu verkohlenden Kubikmeter etwa 2 Kubikmeter Holz erforderten.

Endlich ist noch hervorzuheben, daß das Holz die Verkohlungstemperatur nur sehr allmählich annimmt und niemals übersteigt, und daß in Folge hiervon die Kohle die Festigkeit und Dichtigkeit behält, welche man von derselben fordert, während sie zugleich die höchste Heizkraft erlangt.

Verkokung der Steinkohlen.

Das in einigen Gegenden Englands angewendete Verfahren beim Verkoken in Haufen und Meilern beschreibt Blackwell in Dudley in dem Civil Engineer and Architect's Journal, Februar 1861, und daraus im Polytechn. Journal, Band 160, S. 301. Wir entnehmen daraus das Nachstehende:

Die Koksbereitung ist verschieden, je nachdem backende oder nicht backende Steinkohlen verwendet werden. Für erstere bedient man sich fast allgemein der Koksöfen, welche in jeder Operation 2—4 (engl.) Tonnen brennen. Bei den besten Oefen hat man besonders den Zweck im Auge: 1) eine möglichst hohe Temperatur zu erreichen (weshalb man die Luft vor ihrem Eintritt erhitzt), 2) die entweichende Hitze zu benutzen (weshalb man die Feuergase vor ihrem Entweichen um den Ofen und unter demselben herum führt), und 3) nur so viel Zugluft an einer solchen Stelle des Ofens einzuführen, daß möglichst jede schädliche Wirkung auf die Kohle vermieden wird, sowohl während des Verkohlungsprocesses als auch später vor dem Ausleeren der Ladung.

In Süd-Staffordshire und anderwärts, wo die Kohle nicht backend ist, sind bis jetzt nur offene Kohlenhaufen angewandt worden. In ihrer einfachsten Form bestehen sie aus einem Schornstein von Backsteinen, von $4^1/_2$ bis 5 Fuß Höhe bei einem innern Durchmesser von 2 Fuß unten und 18 Zoll oben, der in den Seiten Zuglöcher hat, und um welchen herum die Kohle sorgfältig aufgeschichtet wird. Die größten Kohlenstücke werden zuerst gegen den Schornstein gestellt; an und auf diese kommen andere große Stücke, bis zur Höhe des Schornsteins selbst, welche dann wieder mit kleineren Stücken umgeben werden, worauf man die ganze Oberfläche des Haufens mit kleinen Kohlenstücken abrundet und ausfüllt. Das Kohlenquantum, welches in solchen runden offenen Haufen verkokt wird, wechselt zwischen 10 und 30 Tonnen, je nach der Qualität und der Bestimmung der Kohle. Wenn der Haufen fertig aufge-

stellt ist, wird ein Brei (blacking) aus Koksstaub und Wasser gemacht und damit die ganze Oberfläche des Haufens bis auf einen Ring von 6″ vom Fußboden an sorgfältig bedeckt; dieser offene Raum dient als Einlaß für die Luft bei der Verbrennung.

Hierauf wird der Haufen oben am Schornstein angezündet; das Feuer verbreitet sich längs desselben nach unten und kommt dann am Fuß des Haufens zum Vorschein. Wenn dies geschieht und die untersten Kohlen hinreichend verkokt sind, wird der Fuß des Haufens allmählich mit trocknem Kohlenstaub bedeckt, um die Luft abzuhalten. Indem das Feuer sich nach oben verbreitet, wird die alte Decke allmählich verzehrt; man ersetzt sie durch eine neue von trockenem Koksstaub, indem man stets einen hinreichenden Zwischenraum für den Luftzutritt frei läßt. Endlich wird der ganze Haufen zugedeckt, das Feuer gedämpft und die Masse abkühlen gelassen, was man durch Eingießen von Wasser befördert, wodurch zugleich die Entschwefelung vollkommener wird. Der Proceß ist alsdann beendet und die Kokes werden weggenommen.

Außer diesen runden Haufen mit Mittelkamin sind auch lange mit einem oder mehreren Schornsteinen im Gebrauche; doch beruhen sie alle auf denselben Principien. Stets wird die zur Verbrennung erforderliche Luft von der umgebenden Atmosphäre entnommen und die Verbrennungsproducte entweichen als dichter Rauch durch den Kamin; stets wird auch eine größere oder geringere Oberfläche von glühenden Kohlen der freien Luft dargeboten. In der That gibt es keine mit der Eisenindustrie zusammenhängende Operation, die so sehr das Aussehen der Umgegend beeinträchtigt und die Atmosphäre so mit Kohlentheilchen anfüllt, wie das Koksbrennen in offenen Haufen, und es schien bisher am schwierigsten, eine Aenderung dieses Uebelstandes zu bewirken.

Da sich Blackwell vielfach damit beschäftigte, die Rückstände von der Destillation des Kohlentheers zu benutzen, um den nicht backenden Kohlen des oben genannten Districts eine backende Beschaffenheit mitzutheilen, so hat er seine Aufmerksamkeit auch auf das Auffangen der Verbrennungsproducte von Kokshaufen gerichtet. Daß diese je nach Umständen verschiedene Mengen Theer und ammoniakalische Flüssigkeit durch Condensation liefern können, ist bekannt, sowie daß diese Menge um so größer ist, bei je niedrigerer Temperatur das Verkohlen stattfindet. Einige Versuche zeigten die Möglichkeit, auch bei offenen Haufen diese Producte zu sammeln, und im weiteren

Verlauf dieser Versuche ist folgende Einrichtung als zweckmäßig festgestellt worden.

Von dem Boden des wie gewöhnlich errichteten mittleren Kamins geht ein gebogenes gußeisernes Rohr etwa 2 Fuß unter der Oberfläche nach einer damit senkrecht gelegten Sammelröhre, welche nach den Condensatoren führt; letztere stehen einerseits mit dem Reservoir, andererseits mit einem großen Hauptschornstein in Verbindung. [1])

Zwei Klappen befinden sich an jedem Kokshaufen; die eine dient zum Verschließen des Kamins, die andere zum Verschließen der unteren gebogenen Röhre.

Die Haufen werden wie gewöhnlich aufgestellt und mit der nassen Decke bedeckt, am unteren Rande wird jedoch **keine** freie Stelle (für den Zug) gelassen. Dann wird oben angezündet, der Kamin oben verschlossen und die Klappe des Abzugsrohres geöffnet. Nachdem auf diese Weise die Verbindung durch die Hauptröhre und die Condensatoren zum Hauptschornstein hergestellt ist, tritt, wenn dieser kräftig genug zieht, die äußere Luft durch die Decke des Haufens hindurch in diese in hinreichender Menge ein und die Producte der fortschreitenden Verbrennung ziehen durch den Mittelkamin, durch die gebogene Röhre und die Sammelröhre nach den Condensatoren. Das Sammelrohr wird durch einen Wasserstrom an seiner Oberfläche kühl gehalten und auch die Condensatoren werden durch Wasserstrahlen abgekühlt.

Wenn das Feuer weiter fortgeschritten ist, zeigt sich am unteren Ende des Sammelrohres ein Strom Theer und Ammoniakwasser. In den beiden Condensatoren werden weitere Quantitäten davon abgesetzt und der Rest von gasförmigen Producten wird nach dem Schornstein abgeführt. Die Condensation wird durch Metallplatten, die in den Condensatoren auf dem Wege der Producte angebracht sind, befördert, das Condensirte in den Reservoiren gesammelt. Obwohl diese Condensation noch sehr unvollkommen ist, so wurde sie doch, als den Umständen angemessen, angenommen.

Ist der Zug stark und sind die Röhren weit genug, so ist die Verbrennung etwas stärker als bei den gewöhnlichen Haufen und außen an der Mündung des Hauptschornsteins ist keinerlei Rauch sichtbar. Nirgends wird offenes Feuer geduldet und daher auch bei

---

1) In der Schlesischen Wochenschrift 1861, Nr. 32, ist ein solcher Kokesmeiler abgebildet.

Nacht keine Flamme gesehen. Die Decke brennt nicht ganz ab, sondern sinkt nur zusammen und muß dann bisweilen erneuert werden. Die Leitung der Operation veranlaßt keine weiteren Kosten als das gewöhnliche Verfahren.

Drei Punkte sind in Betreff der Einrichtung der Röhren zu beachten: Erstens der Querschnitt derselben muß für den freien Durchzug der Producte hinreichend groß sein. Blackwell nahm dieselben zwischen Kamin und Sammelrohr zu 12 Zoll, dieses selbst zu 18 Zoll Durchmesser, doch sollte man den ersteren 15, letzterem 24 Zoll geben. Zweitens, die Neigung aller Leitungen muß eine solche sein, daß die condensirten Producte in dem Maaße, wie sie sich bilden, abgeführt werden. Es wird sonst unter dem Kokshaufen der Theer destillirt, und durch feste, die Leitungen verstopfende Producte ersetzt. Es ist daher zweckmäßig, diese Leitungen mit Mannlöchern oder Deckeln, zur Reinigung u. s. w. zu versehen. Drittens, das Sammelrohr wird behufs der Abkühlung in einen offenen Canal aus Backsteinen, durch welchen Wasser fließt, gelegt. Es ist auch hier zweckmäßig, Mannlöcher anzubringen, doch wird man ihrer bei hinreichender Kühlung nicht bedürfen.

Die Menge der erhaltenen Producte ist sehr erheblich. Jede Tonne Kohlen liefert bei dem beschriebenen Verfahren 30 bis 40 Gallons Ammoniakwasser und Theer, wonach also Kokswerke, welche täglich 100 Tonnen nach der alten Art verarbeiten, mindestens 3000—4000 Gallons täglich als Rauch und Dampf in die Atmosphäre entweichen lassen, wo sie jedenfalls sehr wichtige, wenn auch nicht unmittelbar zu beobachtende Veränderungen hervorbringen müssen.

Das Ammoniakwasser ist bei diesem Proceß schwächer als dasjenige, welches die Gasanstalten liefern, schon aus dem Grunde, weil viel Wasserstoff verbrannt und hier als Wasser erhalten wird. 750 Gallons sättigen 72 Pfund Schwefelsäure und liefern 112 Pfund schwefelsaures Ammoniak, was immerhin der Gewinnung werth ist. Der Werth des Theeres ist noch nicht mit Sicherheit festgestellt worden, doch deuten die Analysen darauf hin, daß er von anderer, anscheinend werthvollerer Zusammensetzung als der gewöhnliche Gastheer ist. Er enthält nicht so viel Naphtalin, aber viel mehr leichtes Theeröl, welches jetzt in Lampen so vielfach benutzt wird, so wie auch viel Paraffin. Es ist also keinem Zweifel unterworfen, daß in der bezeichneten Weise große Mengen eines durch seine immer zahlreicher werdenden Anwendungen sehr werthvollen Productes, welche bisher verloren gingen und der Umgegend im

höchsten Grade lästig wurden, zum Nutzen der Industrie gewonnen werden können.

Der Königl. Hüttenmeister Dilla, Betriebsbeamter bei den Hochöfen der Königshütte, bemerkt (Schlesische Wochenschrift, 1861, Nr. 14) über einen Versuch, der sich auf die Verkokung magerer Kleinkohlen bezieht, Folgendes. Die Kohlen waren von dem Bahnschachte der Königsgrube und hatten eine mäßige Neigung zum Backen. Dilla hat zu dem Ende ein System von drei zusammen liegenden Oefen construirt, und zwar so, daß zwei Oefen, welche mit Stückkohlen besetzt werden, die Gase zur Heizung der Umfassungswände des dritten, in der Mitte liegenden Ofens, welcher zur Verkokung der kleinen Kohlen dient, liefern. Die bis jetzt erzielten Resultate sind zwar noch nicht befriedigend, aber dennoch derartig, daß sich noch Vervollkommnung und Verbesserung des Apparates ein Gelingen der Sache erwarten läßt.

Ueber die Anwendung von Wasserdämpfen zum Entschwefeln von Kokes hat Berg- und Hüttendirector Ihne in Burbach (Freiberger berg- und hüttenm. Zeitung, 1861, Nr. 40. — hier a. d. Polytechn. Centralbl., Nr. 22) nachstehende Arbeit geliefert:

Von verschiedenen Seiten ist in neuerer Zeit darauf aufmerksam gemacht worden, daß es sehr zweckmäßig sein dürfte, bei der Verkokung von viel Schwefelkies enthaltenden Steinkohlen — wie sie an vielen Orten in Schlesien und Rheinland, Westphalen, sowie im übrigen Deutschland häufig genug vorkommen — Wasserdämpfe in Anwendung zu bringen, wenn man möglichst schwefelfreie, also dem Eisenschmelzproceß nicht nachtheilige Kokes darstellen wolle. In Wales hat man, von der Nothwendigkeit getrieben, zu diesem Zwecke eigene Verkokungsöfen angewendet und dieselben mit einem doppelten Boden versehen, durch deren oberen, der durchlöchert ist, die Wasserdämpfe in den Verkokungsraum einströmen und hier die Entschwefelung dadurch bewirken, daß sie den Schwefel als Schwefelwasserstoff austreiben. Einige Jahre früher hat auch schon Prof. Scheerer in Freiberg derartige Versuche gemacht, die von sehr guten Resultaten begleitet gewesen sein sollen, auch hat derselbe in seinem Lehrbuch der Metallurgie bereits auf das Entschwefeln der Kokes durch Wasserdämpfe hingewiesen.

Der Grund, warum man trotzdem bis jetzt so wenig von dem Wasserdampf zum Entschwefeln der Kokes Anwendung gemacht hat, scheint für Deutschland hauptsächlich in der überaus großen Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit der Oefen zu liegen, in denen Stein-

kohlenkokes gebrannt werden, die sich zu einer Zuleitung von Wasserdämpfen zu der glühenden Kokesmasse fast alle nicht eignen, welche aber, vor wenigen Jahren gewöhnlich erst neu erbaut, sich meistens noch in einem zu guten baulichen Zustande befinden, als daß man sie sobald abbrechen und mit andern, für die Anwendung von Wasserdämpfen eingerichteten, vertauschen möchte, und sich endlich auch nicht selten durch so gute allgemeine Betriebsresultate auszeichnen, daß man es so leicht nicht wagt, diese Oefen durch andere zu ersetzen, von deren gleich hoher Zweckmäßigkeit man noch nicht überzeugt ist.

Die Absicht des Verf. geht nun dahin, einige Vorrichtungen in die Praxis einzuführen, mittels welcher man annähernd dieselben Resultate erreicht, wie mit eigens zum Zwecke der Dampfanwendung construirten Oefen, ohne jedoch zu ihrer Herstellung bedeutende Kosten zu erfordern. Diese Vorrichtungen lassen sich bei fast allen in Deutschland angewendeten und betriebenen Kokesöfen ohne sonderliche Mühe anbringen, und zwar in den bei weitem meisten Fällen ohne eine mehr als ganz kurze Betriebsunterbrechung der Oefen zu verursachen. Hierdurch dürfte vielleicht eine allgemeinere Anwendung des Wasserdampfes beim Kokesbrennen angebahnt werden, denn wenn man bei bestehenden Oefen mit leichter Mühe und geringen Kosten die Einrichtung zum Entschwefeln der Kokes vermittelst Wasserdampfes anbringen kann, so läßt sich denn doch wohl ohne Gefahr ein solcher Versuch wagen, der dann gewiß zur vollständigen Adoptirung der Dampfanwendung führen wird.

Durch die Fig. 4 bis 7 auf Taf. I wird die Art und Weise der Vorrichtungen des Verfassers versinnlicht. Bei solchen Oefen, an deren Innerem gar keine Veränderungen vorgenommen werden sollen oder aus irgend welchen Gründen nicht gut geschehen können, wäre die Einrichtung zu treffen, welche in den obigen Figuren dargestellt wird.

Der Verf. hat hier ein System von Retortenöfen, jeden Ofen von 20 Fuß Länge und 3 Fuß Weite und mit zwei einander gegenüber liegenden Thüren in der Größe des lichten Ofenquerschnitts, angenommen, die Oefen werden durch eine Auspreßmaschine entleert. An der dieser Maschine entgegengesetzten Seite der Ofenreihe ist eine Vertiefung (ein Graben oder eine Rinne) ausgeworfen, welche die Länge der ganzen Ofenreihe, eine lichte Breite von 6 Fuß und eine Tiefe von 7 Fuß hat. Dieser Graben ist mit Bruch- oder Ziegelsteinen ausgemauert, wobei zu bemerken ist, daß die eine dem Ofen zugekehrte Seitenwand des Grabens durch die Fundamenti-

rungs- oder Trockenlegungsgewölbe der Oefen, welche bis auf einige Luftregulationsöffnungen zugemauert sind, gebildet wird, oder doch gebildet werden kann. Auf dem Boden dieser Rinne b, Fig. 4, liegt eine Schienenbahn cc, auf welcher ein Wagen hin und her gefahren werden kann. Letzterer ist aus starkem Eisenblech gefertigt.

Dieser Wagen besteht aus einem rechtwinkeligen Kasten von starkem Eisenblech mit Verstärkungsschienen von Flacheisen und Winkelschienen in den inneren Ecken aus einem einfachen Gestelle von kantigen Eisenstäben, welches diesen Kasten mit den beiden Axen von Rundeisen verbindet, und aus einem spitzkastenartigen Unterkasten von Eisenblech, der an den aus einer starken durchlöcherten Eisenplatte bestehenden Boden des Wagenkastens angenietet ist.

Der konische Unterkasten läuft nach unten nicht ganz spitz zu, sondern bildet hier, unter der Mitte des Wagenbodens, wieder ein rechtwinkeliges Kästchen, das durch einen Schieber nach unten geschlossen ist. In diesen sich nach allen Seiten hin bis auf das kleine rechtwinkelige Kästchen verjüngenden Unterkasten mündet ein Rohr, welches durch eine Flantsche an der einen schrägen Wand befestigt ist.

Der Gebrauch des Wagens ist folgender: Wenn ein Ofen gaar ist und entleert werden soll, so wird der Wagen auf der Mauer des Grabens stehend, mit einem Rechen oder Krahle mit Kokes gefüllt und es werden dieselben in dem Wagenraume auseinander gezogen. Während dieser Zeit hat ein anderer Arbeiter an das Rohrstück ein anderes Rohr angeschraubt, welches mit einem Dampfkessel oder größerem Dampfrohr in Verbindung steht. Auf diese Weise wird, sobald die Kokes sich in dem Wagen befinden, der Unterkasten mit Wasserdampf gefüllt, der durch den mit einer großen Anzahl von Löchern versehenen Boden des Wagenkastens in die Höhe und durch die glühende Kokesmasse hinauf steigt.

Hierbei findet eine Austreibung des Schwefels und Bildung von Schwefelwasserstoff statt, die zwar nicht ganz so beträchtlich ist, als wenn der Wasserdampf den Kokes im Ofen selbst zugeführt wird, aber doch den Schwefelgehalt der Kokes um ein Bedeutendes vermindert, so daß der geringe Rückstand an Schwefel für die meisten technischen Zwecke nicht mehr schaden möchte.

Von oben her wird, nachdem man den Dampf eine kurze Zeit hat wirken lassen, durch eine Brause die Kokesmasse mit Wasser abgelöscht, wie es auch bisher gewöhnlich geschah. Durch das Ablöschen, sowie durch das vorhergegangene Gleichziehen ꝛc. ist es dann

nicht zu vermeiden, daß durch die in dem Wagenboden sich befindenden Oeffnungen kleine Kokesstückchen und Lösche in den Unterkasten fallen; deshalb hat dieser die angegebene Form. Auf den inneren Wänden des Kastens bleibt nichts liegen und die Oeffnungen des Wagenbodens können wegen ihrer konischen Gestalt sich auch nicht verstopfen. Alle Kokesstücke und Lösche, die zu den Löchern hineinfallen, sammeln sich in dem viereckigen Kästchen, aus dem sie durch zeitweiliges Ziehen des Schiebers entfernt werden; ebenfalls fließt hier das Wasser ab, welches theils durch Condensation der Dämpfe, zumeist aber durch das Ablöschen der Kokes in den Dampfkasten gelangt ist. Zum weiteren Abführen dieses Wassers dient eine in der Sohle des ausgemauerten Grabens angebrachte Rösche. Wenn man den Dampf abgestellt hat, wird das Zuleitungsrohr wieder abgeschraubt, und nachdem auch die Ablöschung geschehen ist, schiebt man den Wagen an das eine Ende der Vertiefung, an den Punkt, wo er in der Zeichnung steht.

Hier steht auf dem Mauerwerk ein Krahn angedeutet durch f in Fig. 4, von dessen Arm an einer über eine Rolle laufenden Kette ein starker Kreuzbügel niederhängt, dessen vier Enden in Haken ausgebogen sind, die in vier Augen mm des Wagens eingreifen. Die Bügel sind deshalb statt Ketten oder Drahtseile gewählt, weil so der Wagen beim Aufheben nicht zusammengedrückt wird und sich ungleich besser hält. Einige Mann an der Kurbel des Krahns heben den mit Kokes gefüllten Wagen auf das Niveau der Ofensohle, wo er, ebenfalls auf einem Schienenweg gehend, nach dem Magazin geschafft und dort entladen wird. Zur leichteren Entleerung des Wagens kann derselbe zum Umkippen eingerichtet oder auch an seinem einen Kopfende mit einer Thür versehen sein.

Für die Arbeiten, welche von Zeit zu Zeit an und vor den Oefen ausgeführt werden müssen, und die durch die stets offen stehende Vertiefung vor der Hinterseite der Ofenreihe wesentlich behindert werden möchten, ist die Brücke d angebracht. Diese besteht aus einer Gußplatte von 6 Fuß Länge und 4½ Fuß Breite, die ein hohes, aber ganz einfach construirtes eisernes Untergestell und vier kleine Räder besitzt, so daß sie jedes Mal leicht vor denjenigen Ofen gefahren werden kann, vor dem oder an dem irgend welche Arbeiten verrichtet werden sollen.

Die durch Anwendung der in Rede stehenden Vorrichtung bedingt werdenden Arbeiten sind gering und sehr leicht auszuführen; es ist nur das Eine zu beobachten, daß nie mehr als ein Ofen auf

einmal gaar wird, doch richtete man ja auch bisher den Betrieb gewöhnlich so ein, daß nicht mehrere Oefen zugleich zur Gaare kommen, sondern zur Erleichterung der Bedienung immer in kleinen Zwischenräumen nach einander ausgepreßt oder ausgezogen werden.

Was die Beschaffung des hierzu nöthigen geringen Quantums Wasserdampf betrifft, so nimmt der Verf. an, daß sich noch auf sehr vielen Oefen, bei denen diese Vorrichtung zur Anwendung kommen könnte, durch die in den Kokesöfen entwickelten brennbaren Gase geheizte Dampfkessel befinden; da wo diese meistens nicht sehr ökonomische Dampfentwickelung aber nicht stattfindet, ist doch wohl ein anderweitiger Dampfentwickler oder ein Dampfrohr in der Nähe, besonders da die Kokesöfen sich gewöhnlich auf Hüttenwerken oder mit Dampfmaschinen versehenen Gruben befinden. Es würde sich übrigens aber im schlimmsten Falle auch rentiren, wenn ein besonderer kleiner Dampfentwickler mit eigener Feuerung eingerichtet würde, um die erforderlichen wenigen Dämpfe zu liefern. Wo sich Kessel über den Kokesöfen befinden, da kann die Dampfzuleitung ganz in derselben Weise stattfinden, wie bei den bekannten Auspreßmaschinen.

Man kann die Wasserdämpfe so lange auf die in dem Wagen befindliche glühende Kokesmasse einwirken lassen, als der Geruch bekundet, daß noch Schwefelwasserstoff entwickelt wird und aus den Kokes aufsteigt. Aengstlich braucht man dabei natürlich nicht zu sein, ein klein wenig zuviel schadet nicht, und was allenfalls, ehe man die Zeit zum Ablassen der Dämpfe genau kennt, durch eine zu lange Einwirkung derselben schon abgelöscht werden möchte, kann man auch dann durch geringeres Wirkenlassen der Wasserbrause wieder ausgleichen.

Die Anlagekosten dieses Apparates zum Entschwefeln der Kokes sind nicht sehr bedeutend und die Unterhaltungskosten desselben nur sehr gering; die ausgemauerte rinnenartige Vertiefung vor der Ofenreihe kann ein Menschenalter überdauern, ehe eine Ausbesserung nöthig wird, die Brücken wie der Wagen sind äußerst dauerhaft und dabei billig in der Herstellung. Meistens wird ein einziger Wagen genügen, bei einer sehr großen Ofenreihe kann aber auch noch ein zweiter Wagen hinzu kommen, so daß einer derselben immer auf dem Wege zum Kokesmagazin (Schuppen oder Platz) sich befindet, während der andere wieder gefüllt wird.

Der Graben, in welchem der Wagen läuft, muß natürlich ein wenig länger sein, als die Ofenreihe, jedoch braucht dieß nur soviel zu sein, daß wenn der Wagen an das Ende der Vertiefung geschoben

worden ist, an dem der Krahn zum Aufziehen des Wagens steht, man dann bei etwaigen gleichzeitigen Arbeiten an dem zunächst liegenden Ofen (dem ersten oder letzten der Reihe, je nachdem, an welchem Ende der Krahn steht) auch die Brücke noch vor denselben — neben den Wagen — fahren kann, ohne daß Eins das Andere hindert. Zuweilen mag aber auch das natürliche Terrain dieser Einrichtung noch in der Weise günstig sein, daß die Kokesöfen sich auf einer höhern Sohle befinden, als der Platz oder die Magazine, an welchen die Kokes ausgeladen werden sollen, wo dann selbstredend der Krahn zum Emporziehen der gefüllten Wagen wegfallen kann. Das durch die im Boden des Grabens angelegte Rösche abfließende Wasser kann, wo dieß vortheilhaft erscheint, mit leichter Mühe in einer Cisterne angesammelt und aus derselben durch eine Pumpe zu Tage gehoben und wieder zu anderweitigen Zwecken benutzt werden.

Es liegt auf der Hand, daß diese Vorrichtung zum Entschwefeln der Kokes sich ganz besonders zur Anwendung bei denjenigen Oefen empfiehlt, die eine rectanguläre Grundfläche und zwei einander gegenüber liegende Thüröffnungen von gleichem Querschnitt wie der lichte Ofenraum besitzen, also durch eine Auspreßmaschine in der möglichst kürzesten Zeit entleert werden können. Solche Kokesöfen sind in Deutschland gegenwärtig eine sehr bedeutende Menge in Gebrauch und werden sich auch voraussichtlich noch lange Zeit darin erhalten; dazu gehören die Fabri'schen, François'schen, Haldy'schen und Smet'schen Oefen, die wir über ganz Deutschland zerstreut, auf vielen Eisenhüttenwerken und Kohlengruben angewendet finden.

Wenn die hier vorgeschlagene Einrichtung sich hierfür aber auch ganz besonders eignet, so schließt ihre Anwendung doch auch viele andere Ofenarten nicht aus, wie noch kurz nachgewiesen werden soll.

Die alten Belgischen, die Schaumburger, Harburger, Niederschlesischen und andere Kokesöfen mit kreisrunder, elliptischer, trapezoidischer und birnförmiger Grundfläche und nur einer Thüröffnung, aus denen die gaaren Kokes mit eisernen Rechen und Haken ausgezogen werden, brauchen nur so rasch wie möglich auf diese Weise entleert zu werden, um die Anwendung der vorbeschriebenen Entschwefelungsvorrichtung auch bei ihnen zuzulassen. Wenn das Ausziehen der Kokes auf die rascheste Weise geschieht, so fallen sie auch hier noch heiß genug in den unten stehenden Wagen, um von den aus dem Boden desselben hervortretenden Wasserdämpfen durchdrungen und möglichst entschwefelt zu werden. Wo die Entleerung nun gar stattfindet, wie bei den Wittenberger Oefen, die zwar eine

vierseitige Grundfläche, aber nur auch eine Thür haben, bei denen jedoch das Ziehen der Kokes auf einmal durch einen einzigen großen Rechen, der mit der Beschickung auf den Boden des Ofens gebracht wurde, geschieht, da kann man die vorgeschlagene Einrichtung um so eher und fast eben so gut, wie bei den Auspreßöfen, anwenden. Sie ist ebenfalls zulässig bei manchen gekuppelten Oefen, sogar bei den Frommont'schen, nur wären hier zwei gemauerte Gerinne, zwei Wagen und zwei Brücken erforderlich, da bei den nach diesem Prinzipe erbauten Ofensystemen die zusammengehörigen Oefen über einander liegen und der eine derselben auf der einen, der andere auf der entgegengesetzten Seite mit einer Thüre versehen ist. Die an einer Längenseite der Ofenreihe angebrachte Terrasse zur Erleichterung der Bedienung der obern Ofenreihe wird etwas breiter gemacht als bisher und enthält an ihrer den Oefen zugekehrten Seite das eine Gerinne für den zur Aufnahme der Kokes bestimmten Wagen im Niveau der Ofensohle; an der andern Seite der Ofenreihe ist das Gerinne vertieft, wie bei den Auspreßöfen.

Wo man vielleicht die Dubochet'schen (Pauwels'schen) Oefen ohne den eben so kostspieligen als überflüssigen Kühlraum, der wohl geradezu schädlich genannt werden kann, weil in ihm auch nicht einmal diejenige Reduktion des Schwefelgehaltes der Kokes stattfindet, welche durch das gewöhnliche Ablöschen mit Wasser vermittelst einer Brause als Nebenzweck erreicht wird, und das schönere Aussehen ein zu ungenügendes Aequivalent für ihre verminderte Brauchbarkeit zum Eisenhüttenbetriebe ist, anwenden sollte, da kann man dann auch die Entschwefelung in dem von dem Verf. vorgeschlagenen Wagen sehr gut ausführen, indem man die fertig gebrannten glühenden Kokes in diesen statt in den Kühlraum fallen läßt.

Hat man aber die Pauwels'schen Oefen einmal mit dem theuer unnöthigen Anhängsel dastehen, wie auf der de Wendel'schen Kokesanstalt bei Duttweiler, so kann man hier nur eine Entschwefelung der Kokes mittels Wasserdampf bewerkstelligen, wenn man dem Kühlraum eine theilweise andere Bestimmung zuweist, nämlich den festen oberen Verschluß desselben wegfallen läßt und mittelst seiner unteren Thüre, durch ein Rohr Wasserdampf unter die Masse leitet.

Auf eine äußerst leichte und ungezwungene Weise läßt sich das Entschwefelungsverfahren des Verf. auch bei den sich durch einen hohen Grad von Vortrefflichkeit auszeichnenden Appolt'schen Kokesöfen zur Anwendung bringen. Es bedarf hier nämlich nur des vorgeschlagenen Wagens zur Aufnahme der glühenden Kokesmasse und einer

Dampfleitung vermittelst eines an einer inneren Wand des unter jeder Abtheilung der Oefen hergehenden offenen Gewölbes entlang zu führenden Hauptrohrs, von welchem bei jedem einzelnen Ofen ein kleineres Rohr ausgeht, senkrecht an der Wand herunter und dann in geringer Höhe über dem Boden nach dem Unterkasten des Wagens geleitet und hier mit dem an dem Kasten befestigten Rohrstück bei der jedesmaligen Dampfbenutzung verbunden wird. Hier brauchen also, abgesehen von der Dampfzuleitung, welche wohl unschwer herzustellen sein wird, gar keine anderen Veränderungen vorgenommen zu werden, als statt der Appolt'schen Entladungswagen solche von der Construction des Verf. anzuwenden. Die Ablöschung resp. Abkühlung der Kokes kann dann freilich nicht in einem mit Deckel und Wasserverschluß zur gänzlichen Absperrung der atmosphärischen Luft versehenen Wagen geschehen, doch ist diese Künstelei auch — wenn man sie nicht schädlich nennen will — für den Hüttenmann so unwichtig, daß man dieses kaum bedauern kann, wie bereits bei den Dubochet'schen Oefen angeführt wurde.

Man sieht, daß der vorgeschlagene Kokesentschwefelungs-Apparat sich bei einer sehr großen Anzahl von Kokesöfen — um nicht zu sagen bei allen — mit mehr oder weniger Leichtigkeit anwenden läßt und an keine Ofenconstruction gebunden ist. Es ist hierbei von einer, wenn auch noch so geringen Veränderung der inneren Beschaffenheit der verschiedenen Kokesöfen ganz abgesehen worden, weil es fast nur auf diese Weise möglich erscheint, der Benutzung von Wasserdämpfen zur Entschwefelung der Steinkohlenkokes in Deutschland eine allgemeine praktische Geltung zu erkämpfen.

Daß der Effekt einer solchen Anwendung des Wasserdampfes nicht so groß sein kann, als wenn man ihn direkt in den Kokesofen selbst leitet, wurde schon bemerkt, doch ist er immer noch hoch genug, um den Nutzen dieser Vorrichtung die geringen Anlage- und Unterhaltungskosten ganz bedeutend überwiegen zu lassen.

Wenn man aber von der strengen Unveräußerlichkeit der inneren Ofeneinrichtungen nur etwas absehen will, so bietet auch die weit energischere direkte Anwendung der Wasserdämpfe durchaus keine erheblichen Schwierigkeiten dar. Hierbei beabsichtigt der Verf. ebenfalls nur eine ganz geringe, leicht auszuführende Veränderung der Oefen, die man gelegentlich und nach und nach vornehmen kann, wenn grade ein Ofen kalt liegt, denn auch hier gilt dem Verf. der Satz, daß man keine besondern und complicirten Ofenconstructionen nöthig haben muß, wenn man die Anwendung der Wasserdämpfe

zum Kokesreinigen allgemein machen will. Also schlägt der Verf. auch für den Fall, daß man den Wasserdampf direkt in die Kokesöfen leiten und dort wirken lassen will — was aus nahe liegenden und zum Theil angeführten Gründen den Entschwefelungs-Versuchen nach dem Ausziehen der gaaren Kokesmasse in allen den Fällen unbedingt vorzuziehen ist, wo es die Verhältnisse ohne zu große Mühe gestatten — eine ganz einfache Vorrichtung vor, die fast bei allen Kokesöfen (z. B. bei allen denjenigen Oefen, die in diesem Aufsatze genannt wurden, mit alleiniger Ausnahme des Dubochet-schen und Appolt'schen) mit leichter Mühe und sehr geringen Kosten anzuwenden ist. Die Fig. 6 und 7 beziehen sich darauf und machen die Vorrichtung klar.

Fig. 6 ist ein Vertikaldurchschnitt durch ein paar Retortenöfen von derselben Größe, wie die in Fig. 4 angenommenen. Fig. 7 stellt einen Horizontaldurchschnitt durch den unteren Theil — unterhalb der Ofensohle — der Oefen dar.

AA sind die Oefen, event. die Sohlen derselben.

EE sind Canäle, deren einer der Länge nach in der Mitte unter jeder Ofensohle hergeht.

CC sind Quercanäle, die, rechtwinkelig von jenen auslaufend, sich zu drei bis vier unter jedem Ofenraume befinden.

DD sind eiserne Rohre, zur Aufnahme und Vertheilung des Dampfes bestimmt, deren in jedem Längscanal E eins liegt und von denen in Quercanälen C von der Mitte des Rohrdurchmessers zwei kleine und dünnere konische Rohre in schräger Richtung aufwärts gehen, am oberen Ende etwas nach innen umgebogen sind und in der Mitte des Quercanals in eine Oeffnung der Ofensohle münden.

Die Breite steht nicht ganz im Verhältniß zur Länge, sondern ist etwas größer genommen. Die Canäle sind hier oben kantig gezeichnet worden, da sie in Wirklichkeit nicht gut gewölbt werden können, wie es an dem Ofen in Fig. 6 geschehen ist. Die Ofencanäle können auch bedeutend kürzer und enger gemacht werden, als hier angegeben. Die gegenwärtige Größe derselben ist der Gleichmäßigkeit wegen angenommen worden.

Bei FF sind die Rohre durch angeschraubte Deckel verschlossen, die jedoch zu jeder Zeit leicht zu entfernen sein müssen.

Die Haupt- oder Längsrohre besitzen außer den kleineren Röhrchen der Quercanäle auch noch an ihrer die untere Seite der Ofensohle berührenden Oberfläche eine Anzahl Löcher, die, auf die ganze Länge des Rohres vertheilt, in angemessenen Zwischenräumen

aus einander stehen. Der Verf. würde bei dem in der Zeichnung angenommenen Ofen neun dieser Löcher im Scheitel des Dampfrohres anbringen, nämlich eins in der Mitte zwischen der vorderen Ofenthür und dem ersten Quercanal, gleicherweise eins in der Mitte zwischen dem letzten Quercanal und der hinteren Ofenthür, eines in der Mittellinie eines jeden der vier Quercanäle und die übrigen drei in der Mitte zwischen je zwei Quercanälen.

Unmittelbar über diesen Löchern im Dampfrohr befindet sich jedesmal eine konische, nach oben eng zu laufende Oeffnung in der Ofensohle; eine gleiche Oeffnung befindet sich in der Mitte eines jeden Quercanals, dicht über der Mündung des vom Hauptrohre ausgehenden schrägen Querrohres, so daß die ganze innere Grundfläche des Ofens — der Herd — in Summa 17 Oeffnungen enthält, durch welche die in das Dampfrohr eingelassenen Wasserdämpfe in den inneren Ofenraum und unter die glühende Kokesmasse treten können.

Das Betriebsverfahren ergibt sich nun von selbst wie folgt:

Durch eine den gerade gegebenen Verhältnissen entsprechende Röhrenleitung wird dem in dem Längscanal liegenden Rohr durch einen der aufgeschraubten Deckel kurz vor dem Ziehen der Kokes Wasserdampf zugeführt. Der Dampf (der übrigens sowohl hier, als auch bei den oben beschriebenen Entschwefelungsvorrichtungen nur mit einem ganz geringen Druck in die betreffenden Apparate eingeführt zu werden braucht) dehnt sich in dem Rohr aus, und dringt sowohl zu den Oeffnungen in seiner oberen Wandung, als zu den Röhrchen der Quercanäle heraus und durch die correspondirenden Oeffnungen in der Ofensohle in den inneren Raum des Ofens hinein, die glühende Kokesmasse durchdringend und ihr den Schwefelgehalt entziehend.

Auch hier muß erst die Praxis eine feste Regel darüber angeben, wie lange man die Wasserdämpfe ohne Nachtheil für das Kokesausbringen bei einer Ofenfüllung wirken lassen könne; doch steht so ziemlich fest und wird auch von Scheerer angegeben, daß es am besten sein wird, wenn man diese Dämpfe kurz vor dem Ausziehen der Kokesmasse intermittirend wirken läßt.

Die Sohle des Ofens kann aus Chamotte-Steinen oder auch aus natürlichen feuerfesten Steinen hergestellt werden, doch muß man für die Stellen, wo die konischen Oeffnungen angebracht werden sollen, ganz besonders gute Steine, bei denen so leicht kein Springen zu befürchten ist, auswählen und auch bei ihrem Durchlochen

vorsichtig verfahren; wenn dieß geschieht, so werden diese Steine aber auch sicher eben so lange halten, wie die übrige Ofensohle, zumal da man dieselben ja groß und stark genug anwenden kann, um darin eine genügende Bürgschaft für ihre Dauer zu haben.

Durch die Oeffnungen in der Ofensohle wird zuweilen etwas Kokeslösche in das unterliegende Dampfrohr fallen, dieß ist aber ohne Schaden; die auf dem Boden des Rohres angesammelte Lösche wird von Zeit zu Zeit dadurch entfernt, daß man von beiden Enden die Deckel abschraubt und mittelst eines halbrunden Krahls mit langer Stange den Bodensatz herauskratzt. Um Alles, was an Kohlenstaub und Kokeslösche ꝛc. aus dem Ofen durch die Sohlenöffnungen herunter fällt, auf den Boden des Hauptrohres zu führen, haben auch die in den Quercanälen liegenden Nebenröhren die geneigte Stellung und die hakenförmige Biegung am oberen Ende, sowie die konische Form.

Bei denjenigen Kokesöfen, welche mit einer Sohlenheizung versehen sind, müssen die Canäle für die Dampfrohre so angelegt werden, daß sie mit den Gascanälen (Feuerungscanälen) nicht collidiren, und wird dann z. B. das Hauptdampfrohr nicht immer in der Ofenmitte liegen können. Eine andere als die in Fig. 7 angegebene Anordnung der Dampfcanäle schadet aber auch nichts: der Zweck der ganzen Anordnung ist der, die Wasserdämpfe durch möglichst viele über die ganze Bodenfläche vertheilte Oeffnungen unter die glühende Kokesmasse zu leiten, so daß diese von den Dämpfen vollständig und gleichmäßig durchdrungen wird, und dieser Zweck läßt sich auf mehr als eine Weise erreichen.

Es dürfte wohl wenig Kokesöfen geben, deren Herdmauerung nicht dick genug wäre, um darin die für diese Vorrichtung erforderlichen Canäle aussparen zu können; noch seltner dürfte es aber vorkommen, daß man bei der Reparatur eines Ofens, mit welcher man die Anbringung dieser Vorrichtung zu verbinden beabsichtigt, nicht im Stande sein sollte, ohne große Schwierigkeiten die Ofensohle (ganze Herdmauerung) auf das nothwendige Maß zu verstärken.

Man wird leicht einsehen, daß diese Einrichtung nicht nur bei den Kokesöfen mit viereckiger Grundfläche, sondern auch eben so gut bei fast allen anderen bekannten Ofenformen anzuwenden ist. Die Form des Ofens wird dann jedesmal die Anordnung der Canäle zur Aufnahme der Dampfrohre bedingen. Das Grundprincip bleibt aber immer dasselbe. So braucht auch wohl kaum bemerkt zu werden, daß die hier angenommenen Maß- und sonstigen Verhält-

nisse durchaus nicht als feststehend betrachtet werden sollen, sondern vielmehr nach Maßgabe der Zweckmäßigkeit den jedesmaligen Umständen angepaßt werden müssen.

Wer nun vielleicht nach Vorstehendem die englische Einrichtung eines Ofens mit doppeltem Boden noch für vortheilhafter zu halten geneigt sein möchte, als die hier angegebene, den erinnert der Verf. daran, daß jene eine eigene, nicht wenig kostspielige Ofenconstruction bedingt und somit auch stets eine ganz neue Anlage erfordert, und daß der obere durchlöcherte Boden, welcher jedenfalls ein eiserner sein muß, einer sehr starken Abnutzung unterworfen ist, daß die von ihm vorgeschlagene Vorrichtung dagegen bei fast allen Oefen, seien sie alt oder neu, angewendet werden kann, leicht herzustellen und sehr dauerhaft ist, und dabei an Effekt dem Waleser Ofen wohl gleichkommen oder doch nur äußerst wenig nachstehen wird.

Ueber einige neuere Verbesserungen der Verkokungsöfen macht der Berggeist, 1861, Nr. 69, folgende Bemerkungen: — Wiederholt haben wir auf die neueren Verbesserungen des Verkokungsverfahrens mit Hülfe zweckmäßig construirter Oefen, wie diejenigen von Appolt, Powel, Knab und Dubochet aufmerksam gemacht und dieselben dringend empfohlen, da sie ein größeres Ausbringen und bessere Kokes geben, als die meisten andern, und eine vortheilhafte Benutzung der meist in die Luft gejagten brennbaren Gase gestatten. Ueber die Powel-Knab'schen Kokesöfen publicirt Herr Gasdirector Oechelhäuser zu Dessau im Journal für Gasbeleuchtung einen Bericht, der die Leistungen dieser Oefen für die Leuchtgaserzeugung zum Gegenstande hat; da uns derselbe aber viel größere Wichtigkeit für die Kokesfabrikation zu metallurgischen Zwecken zu haben scheint, so theilen wir ihn nachstehend mit.

Von größerer praktischer Bedeutung (für bestimmte Verhältnisse wenigstens) scheint die Gaserzeugung in den Powel' und Dubochet-schen Kokesöfen zu sein. Dieselben, in Paris seit Jahren auf der Station Ivry im Betrieb, sind seitdem auch auf der großen neuen Station La Villette eingeführt worden, und steigt deren Anwendung so, daß in nächster Zukunft schon die Hälfte des in Paris consumirten Gases durch diese Oefen dargestellt werden dürfte. Sie gleichen ganz den gewöhnlichen mit unsern Hohofenanlagen verbundenen Kokesöfen, sind 2 Meter weit, 1 Meter hoch und 7,20 Meter lang, an beiden Seiten offen und mit großen durch Hebel zum Aufziehen eingerichteten gußeisernen Thüren versehen. Das Füllen geschieht durch eine runde Oeffnung von oben, während die Kokes mittelst

eines auf Schienen beweglichen Druckwerks, das einen Stempel von dem Querschnitte des Ofens in Bewegung setzt, gerade wie bei allen neueren Kokesanlagen üblich, nach Oeffnung beider Thüren mit einem Male herausgeschoben werden. In der Anwendung dieses Ofens ist nur der Unterschied gegen die gewöhnlichen Kokesöfen, daß die im Ofen befindliche Kohlenmasse nicht angezündet wird und in sich fortbrennt, sondern daß sich unter dem Ofen eine besondere Feuerung befindet, während die Thüren des Ofens hermetisch verschlossen bleiben und das Gas durch ein oben eingebrachtes Steigrohr entweicht. Gegen die Clift'sche Retorte besteht demnach der wesentliche Unterschied nur darin, erstens, daß keine Züge um die Retorte führen, sondern blos der Boden derselben erhitzt wird, somit also auch von einer besonderen eingebauten Retorte keine Rede ist, indem Retortenwand und Ofengewölbe eins sind, und zweitens, daß ein äußerst niedriger Wärmegrad, etwa nur die Hälfte der Hitze gewöhnlicher Retorten erhalten wird. Eine Charge dieses Ofens wiegt 120 Ctr. und dauert 72 Stunden; er erzeugt in dieser Zeit aus französischer Kohle gegen 45,000 Cbkfß., oder 7500 Cbkfß. per engl. Ton oder 1300 Cbkfß. per preuß. Tonne, bei einem Feuerungsverbrauch von etwa 24 bis 25 Pfd. ordinären Retorten-Kokes per 100 Pfd. Kohle. Dieselbe Kohle gibt in den Retorten 8000 Cbkfß. per engl. Ton gleich etwa 1400 Cbkfß. per preuß. Tonne bei 22% Feuerung. Die Production der Oefen ist also um 7% geringer, die Feuerung gegen 10% höher, als bei dem Retortengas. Ueberdieß ist es klar, daß bei der übermäßig niedrigen Temperatur des Ofens der Gehalt des Gases an Kohlenwasserstoffverbindung ein geringerer sein muß, und wurde der Unterschied der Leuchtkraft gegen das Retortengas auf 16 bis 17% angegeben, was auch mit Clegg's Mittheilungen stimmt. Das Gas wird somit nicht für sich allein zur Beleuchtung verbraucht, sondern mit reicherem, in Retorten dargestelltem gemischt. Alle diese Verhältnisse sind also ungünstiger und kann die dabei eintretende Ersparniß an Arbeitslohn und an Ofen-Unterhaltungskosten hiergegen an und für sich kaum in Anschlag gebracht werden. Dagegen soll sich nach den allerdings durch langjährige Erfahrung unterstützten Berechnungen der Pariser Gesellschaft ein solcher Mehrgewinn an Kokes herausstellen, daß unter dortigen Verhältnissen ein bedeutendes Plus zu Gunsten des Kokes-Gasofens bliebe. Es würden nämlich, den erhaltenen Angaben zufolge, dem Gewichte nach 72% Kokes oder gegen 10% mehr als bei den Retorten gewonnen, und dabei erhielte man von den Eisenbahnen

35 Fr. per 1000 Kilogr., während für die gewöhnlichen Retortenkokes nur mit großer Mühe 20 Fr. zu erzielen seien. In der That sind schönere Kokes nicht denkbar, als die in diesen Oefen — bei denen eigentlich die Kokes Haupt-, das Gas Nebenproduct ist — gewonnenen. Auch in Deutschland beträgt vielfach die Differenz zwischen dem Preise der Gaskokes und der normalen Kokes, wenn auch nicht 75, so doch 50 bis 60% des Preises der ersteren. Ob ein solcher Ofen gegen Retorten ökonomische Vortheile gewährt, ist also in jedem einzelnen Falle eine Frage der lokalen Preisverhältnisse; selbstredend ist ein solcher Ofen für kleine Anstalten nicht anwendbar.

Allgemeine Bemerkungen über Verkokungsöfen und die dazu gehörigen Auspreßmaschinen (Berggeist, 1861, Nr. 91—93). — Unter allen Systemen von Kokesöfen ist wohl jetzt das François'sche und Rerroth'sche am meisten verbreitet; besonders dürften sich diese auch bei Eisenhüttenanlagen ihrer bequemen Disposition und Behandlung wegen, noch recht lange erhalten, wenngleich schon neuere Systeme, wie das Appolt'sche, bereits angefangen, ihnen den Rang streitig zu machen. Letztere Oefen haben in der That manche Vorzüge dadurch, daß sie eigentlich noch einfacher in der Behandlung sind, sich ohne Druckpresse nach unten, statt seitlich entleeren; sie möchten sich jedoch nicht sobald einer ganz allgemeinen Verbreitung erfreuen, da ihr Bau complicirter und kostspieliger ist.

Es liegt in dem Folgenden die Absicht vor, die Anlagen François'scher oder Rerroth'scher Kokesöfen in ihren constructiven Verhältnissen etwas näher zu betrachten und deren praktische Form für bestimmte Verhältnisse zu geben. — Wie bekannt, bilden diese Oefen lang gestreckte, neben einander liegende Gewölbe, Canäle, deren seitliche Wände entweder durch vertikale oder horizontale Canäle die aus dem Ofen abziehenden Gase unter dem Boden des Ofens herführen und erhitzen und von da nach dem Abzugscanale dann die Gase weiter führen.

Ueber die Längen-, Breiten- und Höhendimensionen walten sehr verschiedene Ansichten ob, doch aus einer Menge angestellter Beobachtungen ergibt sich folgendes Resultat, welches wenigstens auf alle westphälischen und Saarbrücker Verkokungskohlen paßt. Man gibt nämlich dem Boden so viel Quadratfuß Fläche, als man beabsichtigt, Centner Kohle in dem Ofen zu verkoken, und nimmt dann das Verhältniß der Breite und Länge des Ofens wie 1 : 6 oder 1 : 7 an, die Höhe bis zum Scheitel des Gewölbes ungefähr gleich der doppelten Breite. Hiernach würde z. B. ein Ofen, der 60 Cent-

ner Kohle verkoken soll, 60 Quadratfuß Bodenfläche haben und bei 3 Fuß Breite 20 Fuß Länge und etwa 5′ 6″ bis 8″ Scheitelhöhe des Gewölbes messen. Es erhebt sich nun die Frage, ist die aufgestellte Regel allgemein mit demselben Nutzen durchführbar oder beeinflussen die Dimensionen die Qualität und das Ausbringen der Kokes?

In Bezug auf Qualität beeinflussen die Dimensionen allerdings die Kokes insofern, als breitere Oefen im Allgemeinen ein leichteres Fabrikat liefern, als engere, und man deshalb bei der Construction mit davon ausgehen muß, was für Kokes darzustellen sind.

Die Breite mag zwischen 30″ bis 48″ variiren; breiter ist unpraktisch wegen der schwierigen Entleerung der Oefen und weil allzubreite Oefen nie das gute Ausbringen liefern, da sich am Boden und oben auf stets mehr Asche brennt. Engere Oefen sind demnach in Bezug auf das Ausbringen günstiger und wegen ihrer leichteren Entleerung vorzuziehen.

Was den Bau speciell anlangt, so ist es nöthig, das Fundament der Oefen ja nicht zu schwach zu machen. Wir haben es häufig gesehen, daß man in dieser Richtung sparen wollte; beim Erreichen des ersten guten Baugrundes fing man an, zu bauen, unbekümmert, ob das Fundament den Bedürfnissen entsprechend stark sei; man suchte vielmehr auf eine billige Weise die Bodenhöhe der Oefen zu erreichen. Wir legen deshalb aber Gewicht auf diesen Punkt, da die Erhitzung, besonders wenn der Abzugscanal der Gase unter der Erde liegt, sich noch mehrere Fuß unter das Fundament erstreckt und sehr leicht ein Sinken oder Einfallen der Oefen verursacht. Unter den Böden der unteren Canäle würden wir im Minimum, selbst bei gutem Baugrunde, immerhin 5 bis 6 Lagen Ziegelsteine nehmen. Für die Böden der Canäle genügt dann eine in feuerfesten Thon gelegte Lage feuerfester Steine; die Zwischenräume, welche bei den Oefen von Rerroth wenigstens bis zur Bodenhöhe des Ofens massiv sind, werden am besten ganz aus feuerfestem Material aufgeführt und messen 16″ bis 18″. Um Material zu ersparen, füllt man das Innere wohl mit gewöhnlichen Ziegelsteinen aus; dieß ist jedoch unpraktisch, sobald sie als Fundament der Seitenwände mit dienen sollen, da die Ausdehnung im Mauerwerk eine andere ist, als die feuerfesten Materialien. Man soll bei Anwendung derselben wenigstens nie beide Materialien im Verband mauern.

Die übrigen Theile des Ofens baut man in der Regel ganz aus guten feuerfesten Formsteinen und zwar unter dem Fußboden

des Ofens eine etwa 5 Zoll starke Scheidewand, welche die längere Circulation der Gase unter dem Boden verursacht. Den Fußboden legt man aus 4″ starken feuerfesten Platten, und zwar so, daß man bequem einen zerbrochenen auswechseln kann, und mauert deshalb die Seitenwände nicht etwa 1″ oder 2″ darüber, sondern läßt die unterhalb des Fußbodens liegenden Zwischenräume so viel breiter, daß sie eine bequeme Auflage für den Fußboden geben. Da die Steine des Fußbodens mit der kostbarste Theil des Ofens sind, so erscheint es nicht unpraktisch, da dieselben beim Auspressen der Kokes häufig leiden, wenn man sie noch einmal mit dünnen, etwa 2″ starken Platten oder gewöhnlichen feuerfesten Magazinsteinen belegt.

Die Seitenwände der Oefen sind in allen Fällen mit 15″, wobei 5″ auf die innere Höhlung kommen, stark genug; indeß ist es hierbei auch gut, recht große Steine zu bestellen; kleinere zerspringen zwar nicht so leicht, geben aber zu viel Verbände, was in der Hitze für die Solidität eines solchen Ofens nie gut ist; überdieß lassen große gaargebrannte Steine auch ein Zerspringen so leicht nicht zu.

In den Seitenwänden communiciren die Canäle, deren Querschnitt weniger wichtig für den Ofen ist, nur darf er an keinem Punkte kleiner sein, als der Querschnitt des Canals, welcher die Gase in den Hauptcanal abführt. Dieser letztere Canal ist groß genug, wenn man ihm einen Querschnitt von $^1/_{25}$ des Ofenquerschnitts gibt.

Alle Scheidewände oder Decken der Seitencanäle müssen große feuerfeste Formsteine bilden und besonders ist es gut, wenn die Widerlager der Gewölbe von recht großen Steinen gebildet werden. Die Gewölbe selbst macht man 7″ bis 8″ stark, auch mauert man sie häufig doppelt und führt dazwischen die Gase nochmals durch, was jedoch weniger Bequemlichkeiten beim Bau und schwerlich einen beschleunigten Einfluß auf die Verkokung verursachen möchte. Eine einfache 7″ bis 8″ Wölbung und darüber noch 1 bis $1^1/_2$′ Mauerwerk von Ziegeln genügt; die Wölbung der Thüren macht man in der Regel etwas niedriger, sie muß jedoch stets so hoch liegen, daß sie sich noch mit dem eigentlichen Ofengewölbe in Verband mauern läßt.

Wo die Terrainverhältnisse es gestatten, chargirt man der Bequemlichkeit wegen die Oefen durch im Gewölbe angebrachte Oeffnungen, welche entweder seitlich neben den über die Oefen laufenden Bahnen oder zwischen die Geleise gelegt werden. Im ersten Falle bedient man sich entweder der Kippwagen, wie dieß bei Saar-

brücken vielfach geschieht, oder der Doppelwagen, wie z. B. bei Hochdahl. Am einfachsten, billigsten und praktischsten scheinen die Trichterwagen zu sein, die unten einen Schieber haben und sich nach unten entleeren, wobei dann die Füllöffnungen in der Mitte der Geleise liegen müssen. Die Lage der Füllöffnungen ist insofern wichtig, als sie mit einer bequemen oder unbequemeren Chargirung des Ofens zusammenhängt und auf die Größe der Arbeitskräfte einwirkt.

Bevor wir weiter schreiten zur Betrachtung der äußern Theile der Oefen, sei noch etwas über den Querschnitt und die Lage des Hauptabzugscanals bemerkt. Es ist nicht nöthig, daß dieser den ganzen Querschnitt sämmtlicher kleiner Abzugscanäle der Oefen habe, sondern es genügt in allen Fällen, wenn man bei $^1/_{20}$ Querschnitt dieser, jenem so viel mal $^1/_{25}$ Querschnitt eines Kokesofens gibt, als man Oefen in einer Batterie hat. Ein guter Zug durch eine hohe Esse ist für eine gute Verkokung stets nothwendig, dabei jedoch die Anbringung von Schiebern zur Regulirung des Zuges an geeigneten Stellen nicht zu vergessen; auch muß jeder Ofen einen besonderen Schieber, der in der Regel von einer 2″ feuerfesten Platte gebildet wird, besitzen, und an der bequemsten Stelle in dem Canalsystem eingeschaltet sein. In den meisten Fällen liegt der Hauptabzugscanal der Gase lang vor den Oefen hin oder geht auch wohl mitten unter den Oefen her unter der Erde. Beides ist, wenn nicht besonders starke Fundamente und guter Baugrund vorhanden sind, wenig praktisch für die Solidität der Oefen. Auch wird häufig der große Fehler begangen, daß man diesen Canal grade auf die Seite der Oefen legt, auf welcher die Ausdruckmaschinen stehen, bei denen in Folge davon häufige Stangenbrüche nicht zu vermeiden sind, wie wir weiter unten sehen werden. Praktischer erscheint es uns, den Canal oben lang in der Mitte über die Oefen zu führen, und dürfte sich dieß besonders da empfehlen, wo die Terrain-Verhältnisse erlauben, doch eine Bahn über den Canal in diesem Falle zu legen, um die nicht unpraktischen Kameelwagen zum Füllen anzuwenden. Auch erspart man im letzten Falle erheblich an Anlagekosten, was sogar meist recht viel ausmachen dürfte, da die großen Kosten für Fundamentirung des Canals ganz fallen und die Ausführung des Canals selbst viel weniger Material bedingt.

Aeußerlich bildet die Verankerung der Oefen einen nicht unwesentlichen Theil. Es wird dabei häufig mit wenig Oekonomie verfahren, indem man colossale gußeiserne Ständer vor die Zwischen-

wände der Oefen legt, die gleichzeitig die Thürangeln tragen. Diese große Stärke ist freilich bei Anwendung von Gußeisen theils durch das Tragen der Thüren und der geringeren relativen Festigkeit des Materials selbst bedingt. Es ist indeß unzweckmäßig, die Anordnung der Verankerung, wie die beschriebene, zu wählen, da vieles Andere dadurch wieder beeinflußt wird. Ist außerdem die Sache an sich schon kostspielig, so ist sie auch deshalb nicht praktisch, da man auf beiden Seiten der Oefen so viel Platz verliert, als die Thürbreite beim Oeffnen wegnimmt und die Zahnstange der Maschine auch um so viel länger sein muß, was häufigen Brüchen an derselben nur Vorschub leistet. — Praktischer und billiger überhaupt als die Anwendung gußeiserner Verankerung — sei die Construction, welche sie wolle — ist die Verankerung durch schmiedeeiserne, nur 2, $3\frac{1}{2}$ bis 4″ Seite messende Winkeleisen, die durch 2 bis 3 Stück $3\frac{1}{2}$ bis 4″ breite und etwa $\frac{5}{8}$″ starke Laschen in etwa 5″ Entfernung mit einander verbunden sind. Eine solche Ständerform ist hinlänglich stark, und im Kostenpreise kaum etwas über die Hälfte einer ebenso starken gußeisernen gleichzustellen. Die Längenanker, die nur oben das Mauerwerk zusammenhalten, müssen in besondern, 4″ quadrat großen Canälen liegen, oder besser frei über die Oefen weggehen. Liegen sie fest im Mauerwerk, so cementiren sie sich mit der Zeit so stark und werden so leicht geneigt zu zerreißen, daß überhaupt ihre Anbringung nichts mehr nützt.

Verschlossen werden die Oefen in der Regel durch in Angeln drehbare oder einfach nach oben hin aufziehbare Thüren von Gußeisen, die Rippen inwendig haben und mit feuerfesten Steinen ausgemauert werden; auch gießt man etwa 2″ lange, nach oben gerichtete Längen hinein, die zum Halten der Chamottmasse (die in diesem Falle die Steine ersetzt und überhaupt zweckmäßiger, als diese ist) dienen. Bei den neueren Anlagen dürften wohl meist die Thüren Anwendung gefunden haben, die mit einem transportabeln Kabel, das auf zwei über die Oefen seitlich laufenden Bahnen sich leicht von einem Ofen zum andern bewegen läßt, behufs Entleerung der Oefen aufgezogen werden. Sie sind der Billigkeit und Einfachheit wegen allen anderen Systemen vorzuziehen. Um sie vor Zerspringen zu schützen, zieht man äußerlich ein schmiedeeisernes Band darum, an dem gleich die Ringe zum Einhaken für die Kabelketten angebracht werden können. Bei etwaigem Zerspringen, was immerhin vorkommt, hat man in diesem Falle nie nöthig, die Thüren gleich wegzuwerfen, sondern kann sie so repariren, daß sie noch viele Jahre mitgehen.

Zur raschen Entleerung der Kokesöfen ist eine Kokesausdruckmaschine meist vorhanden und dürfte diese ein nicht unwesentliches Objekt bei einer Kokeserei sein, da durch rasche Entleerung und Abkühlung der Kokes ein gutes Ausbringen mit bedingt ist. Selten ist wohl eine Maschine größerem Verderben ausgesetzt, als eine solche Presse; eine zweckentsprechende Construction und ihre richtige Lage zu den Oefen verdient deshalb alle Beachtung der Kokesfabrikanten, wollen sie sich nicht erheblichen Reparaturkosten aussetzen, die oft in einem Jahre den ganzen Preis der Maschine übersteigen können, wenn dieselbe schlecht construirt ist.

In Westphalen sind diese Maschinen noch nicht so vervollkommnet, wie bei Saarbrücken, und möge es uns deshalb erlaubt sein, auf eine nähere Betrachtung ihrer Construction einzugehen.

Man unterscheidet zwei Arten dieser Maschinen zum Entleeren der Kokesöfen, nämlich durch Dampf betriebene, oder solche, die durch Menschenhand bewegt werden. Erstere sind, wo sie sich einrichten lassen, jedenfalls vorzuziehen, da sie rascher arbeiten; in der Regel ist aber, wenn man nicht einen besonderen, auf dem Maschinengestelle liegenden kleinen Kessel mit anbringt und heizt, die Anlage einer besondern Dampfleitung an den Oefen her durch Anbringung der Masse Hähne und Ventile. sehr kostspielig und weitläufig. Deshalb zieht man in den meisten Fällen die Handbewegung vor.

Eine Kokesausdruckmaschine besteht in ihren einzelnen Theilen aus dem Untergestell, welches auf 3 Schienen läuft, das aber für die Festigkeit und den sichern Gang der Maschine nicht zu leicht construirt sein darf. Wir rathen zu Maschinen mit einfachen, flachen und nicht zu leichten hohl gegossenen Rahmen, an denen unten die 4 Laufrollen in ihren Lagern befestigt sind. An diesen Rahmen schließt sich ein Support mit Rollen für die Druckstange, der auf der dritten Schiene von 2 Laufrollen getragen wird. Bei den erwähnten Theilen ist es wichtig, daß erstlich die Laufrollen zwei Räder, statt eins, wie gewöhnliche Räder, die auf Bahnen laufen, haben. Bei der Thätigkeit der Maschine würde sich sonst der gegen die Maschine wirkende Druck nach rückwärts nur auf zwei Schienen vertheilen, wodurch leicht die Bahn aus ihrer gleichmäßigen Lage kommt, was aber, um häufige Stangenbrüche zu verhüten, überhaupt durch soliden Unterbau der Bahn vermieden werden sollte. Fehlerhaft ist es deshalb auch, wenn der Abzugscanal der Gase unter der Bahn direkt und nicht tief genug liegt, wodurch ein Vertrocknen, ja selbst Verkohlen der Schwellen und ein Sinken der

Bahn unvermeidlich ist. Daher lege man, wenn irgend thunlich, die Maschine nicht auf die Seite der Oefen, wo der Canal liegt, und verwende sowohl auf den Unterbau der Bahnen, als auf die Erhaltung ihrer horizontalen Lage alle Aufmerksamkeit. Ferner beseitige man die Leitrollen für die Druckstange auf dem Maschinenrahmen und dem Support in nicht zu großen Abständen und gebe der Stange nicht zu viel Luft.

Die Druckstange selbst ist der Theil, welcher am meisten Beschädigungen ausgesetzt ist, weil einerseits alle Kraft auf sie übertragen wird und sie andererseits beim Durchgehen durch den Ofen einer starken Erhitzung ausgesetzt ist. Ein kräftiger Querschnitt und starke Zahntheilung sind deshalb erste Bedingung bei ihrer Construction. Als praktischer Querschnitt ist wohl ein hohl gegossenes Viereck zu empfehlen. An den Stößen verbindet man die etwa 10′ langen Theile durch ein genau hineinpassendes vierkantiges Stück Schmiedeeisen mit Keillöchern, die mit seitlich in der Stange angebrachten Keillöchern correspondiren. Die Stange seitlich durch schmiedeiserne Laschen zu verbinden, die lang an der Stange hergehen, ist nicht rathsam, da in der Hitze die Ausdehnung beider Metalle eine verschiedene ist und deshalb Brüche dadurch nicht etwa zu vermeiden sind. Wichtiger ist zur Vermeidung von Brüchen, wie schon erwähnt, möglichst für Erhaltung der horizontalen Lage zu sorgen und dieserhalb ist es gut, wenn die Stange die am Ende befestigte Druckplatte in der Mitte fortschiebt und nicht, wie häufig der Fall, unten treibt. Theils wird der in der Mitte wirkende Druck gleichmäßiger in die Axe der Stange fallen, theils wird auch die Stange nicht so leicht verbrennen, als wenn sie dicht über den Boden des Ofens geht. Man thut gut in gewissen Zwischenräumen beim Ausdrücken die Stange durch in den Ofen nachgeschobene Rollen etwas zu unterstützen, wie denn auch die Druckplatte mit kräftigen Leitrollen unten und seitlich versehen sein muß. Viel hat auch die Verzahnung der Stange zu leiden, weil sie der verhältnißmäßig schwächste Theil ist; man mache ihre Theilung deshalb nicht unter 6 Cent., und den Trieb dazu von Schmiedeeisen oder Metall, da sonst eine häufige Auswechselung desselben unvermeidlich ist. An einigen Punkten ist man selbst dahin gekommen, die Zahnstange ganz aus Schmiedeeisen zu machen, und möchte dort das große Anlagekapital sich gewiß gut verzinsen.

Der Trieb für die Zahnstange wird durch einfache, mehrmalige Räderübersetzung bewegt. Dabei empfiehlt es sich sehr, wenn man

auf die Welle, auf der der Trieb arbeitet, zwei Getriebe, statt des in der Regel nur einmal vorhandenen, setzt, und zwar zu beiden Seiten des Triebes, indem sonst die Welle ihre Lager einseitig ausarbeitet und sehr bald aus der winkeligen Lage zur Zahnstange kommt und dieser deshalb ein Bestreben mittheilt, schief durch den Ofen zu gehen.

Ueber die übrigen Theile haben wir nicht nöthig viele Worte zu verlieren, sie bilden einen einfachen Kabel, wobei durch die Verschiebung der Welle, von der die Arbeit ausgeht, und durch zwei andere Zahnräder im größern Verhältniß, ein rascherer Rückgang der Druckstange erzeugt werden kann.

Dieß sind einige Erfahrungen, die wir an verschiedenen Kokesofenanlagen machten, und möchte schließlich nicht unerwähnt bleiben, daß uns unter allen Auspreßmaschinen die der Dingler'schen Maschinenfabrik in Zweibrücken als die bewährteste Construction beim Vergleiche mit anderen erscheinen. Neben großer Einfachheit und Billigkeit vereinigen sie alle oben hervorgehobenen Bedingungen einer guten Construction.

Brennbare Gase.

„Verbesserte" Apparate zur Erzeugung gasförmiger Brennmaterialien und zur Benutzung derselben zum Puddeln, Schmelzen von Stahl ꝛc. beschreibt Friedr. Yates in London im London Journal und daraus das Polyt. Centralblatt, 1861, Nr. 4. Wir verweisen darauf, weil wir der Meinung sind, daß die bekannten deutschen Apparate besser seien.

Ueber die Erzeugung, Läuterung und Pressung der brennbaren Gase theilt Herr Wilh. Goder zu Unterthemenau in der Oesterr. Zeitschrift, 1861, Nr. 14, eine beachtenswerthe Arbeit mit. — Bei dem vielseitigen Gebrauch der brennbaren Gase, welche aus Generatoren zu Hüttenprozessen erzeugt werden, ist es ein großer Uebelstand, daß die erhaltenen Gase stets mit Wasserdämpfen und Flugasche verunreinigt sind, welche einen schädlichen Einfluß bei ihrer Verwendung bewirken. — Ein zweiter Uebelstand entsteht aus dem Umstande, daß man weder das Quantum noch die Pressung und Temperatur der Gase nach dem momentanen Bedarf für den vorliegenden Prozeß genau bemessen und regeln, und auch mit diesem um so weniger die richtige Windführung in Einklang bringen kann. Herr Goder theilt zur möglichsten Beseitigung aller dieser Uebel-

stände in der vorliegenden Arbeit eine Zeichnung und deren Erläuterung mit, auf die wir jedoch verweisen müssen.

Ueber die Temperatur der Generator-Gase theilt Herr Schinz in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. V, S. 198 ff. eine sehr beachtenswerthe Arbeit mit, auf die wir aber ebenfalls nur verweisen können.

Zweites Kapitel.

Von den Gebläsen.

Ein senkrechtes, direkt wirkendes Gebläse ohne Schwungrad, construirt von dem Maschinenbauer Quillacq zu Anzin im französischen Norddepartement, ist in Armengaud's Recueil industriel, Bd. XIII, S. 378, und daraus in der Allgem. Berg- und Hüttenmännischen Zeitung, Jahrg. 1861, Nr. 44, beschrieben worden.

Obgleich man neuerlich in sehr vielen Fällen den horizontalen Gebläsen im Allgemeinen den Vorzug ertheilt hat, so können doch Fälle vorkommen, in denen man wegen lokaler Verhältnisse, oder wegen der Kosten dem senkrechten Systeme den Vorrang zugestehen muß. Eine gut eingerichtete Maschine der letzteren Art ist offenbar die vorliegende.

Es steht dieselbe seit wenigstens zwei Jahren auf der Hütte zu Blanc-Misseron bei Valenciennes im Betriebe, wo sie einen Hohofen mit Wind versieht. Da sie nur eine geringe Grundfläche einnimmt und sich nur in der Höhe ausdehnt, das an den Hohofen angelehnte Maschinengebäude nur eine solche Räumlichkeit hatte, so ist die Wahl einer senkrechten Maschine vollkommen gerechtfertigt.

Das vorliegende Gebläse hat, wie alle die ohne Schwungräder, eine sehr einfache Construction und zeigt eine neue Einrichtung, nämlich eine Federbüchse, auf welche Ende Decembers 1860 in Frankreich ein Patent ertheilt worden ist.

Diese Federbüchse (boite à ressort) hat den Zweck, die regelmäßige Wirkung des Schiebers, der den Dampf in den Treibcylinder vertheilt, zu bewirken; zu dem Ende zieht er, wenn der Kolben in die Nähe des obern oder untern Endes seines Laufes gelangt ist, die Transmissionshebel der Schieberbewegung durch die Expansivkraft der Federn, mit denen die Büchse versehen ist, mit sich fort.

Die Ersetzung der bis jetzt angewendeten Hebel mit Gegen-

gewichten durch diese Federbüchse gibt bessere Resultate und macht die Wirkungen des Vertheilungsschiebers eben so regelmäßig, als die mittelst Excentriken oder Hebedaumen bei den gewöhnlichen Schwungradmaschinen erlangten.

Beschreibung des Gebläses. — Fig. 8, Taf. I ist ein senkrechter Durchschnitt durch die Axe der beiden Cylinder, des Dampf- und des Gebläse-Cylinders.

Fig. 9 zeigt dieselbe Maschine im äußeren Aufriß, von der Seite des Vertheilungsschiebers.

Fig. 10 ist ein vertikaler und horizontaler Durchschnitt des Kastens, welcher die untern Saugventile des Gebläsecylinders enthält.

Fig. 11 sind zwei ähnliche Ansichten des Kastens mit den obern Ventilen.

Fig. 12 zeigt die Details der Federbüchse, welche die Bewegung des Dampfvertheilungsschiebers sichert.

Es steht bei dieser Maschine der Gebläsecylinder C auf vier kleinen gußeisernen Säulen A, die auf einer starken Platte von demselben Metall befestigt sind, welche durch starke Schraubenbolzen a mit dem Fundament aus Quadersteinen verbunden ist.

Indem diese vier Säulen den Cylinderboden erhöhen, gestatten sie eine leichte Untersuchung der in dem, unter der Bodenplatte angeschraubten Kasten B eingeschlossenen Klappenventile.

Auf dem obern Theil dieses Cylinders sind ebenfalls vier kleine Säulen A angebracht, welche ein Gesims D tragen, auf welchem der Dampfcylinder C′ unmittelbar befestigt ist. Auf dem Deckel dieses letzteren sind die beiden senkrechten Säulen D′ aufgeschraubt, zwischen denen der Schlitten oder Gleitblock der Dampfkolbenstange verschiebbar ist. Mit diesen Säulen sind auch die Haupttheile der Bewegung des Vertheilungsschiebers verbunden.

Der Kolben P des Dampfcylinders ist direkt mit dem Kolben des Gebläsecylinders durch eine Stange T verbunden, welche durch zwei Stopfbüchsen p und p′ an dem Boden der ersten in dem Deckel des zweiten Cylinders geht.

Eine schwächere Stange A, die mit dem Dampfkolben verbunden ist, geht durch die Stopfbüchse p^2, um außerhalb des Cylinders C′ das Querhaupt oder vielmehr den Gleitblock e aufzunehmen, der in den Falzen der Säulen D′ verschiebbar ist. Die Axe dieses Gleitblocks ist an ihren Enden mit zwei hervortretenden Schiebern e′ (Fig. 9) versehen, die den Zweck haben, den Dampfvertheilungsschieber zu bewegen, indem sie abwechselnd die beiden Hebel L und L′

treffen, wenn die Kolben P und P′ in der Nähe des obern und des untern Endes von ihrem Lauf sind.

Damit diese Hebel L und L′ die Verschiebung des Vertheilungsschiebers c bewirken, durch welche der Dampf entweder unter oder über den Kolben gelangt, sind sie an kleinen eisernen Wellen angebracht, die sich in gußeisernen Zapfenlöchern d drehen, welche an die Säulen D festgeschraubt sind; damit aber ihre Bewegungen gleichzeitig erfolgen, sind sie durch die flache eiserne Lenkstange E′, welche Bezeichnung in den Figuren weggelassen ist, vereinigt. Die Enden dieser Stangen sind gabelförmig und mit kleinen Armen verbunden, die an den Wellen befestigt sind.

Der Arm der obern Welle ist mit einem zweiten Arm f aus einem Stück geschmiedet und beide bilden einen rechten Winkel mit einander; der letztere ist durch ein Gelenk mit einem kleinen gußeisernen Muff verbunden, der den obern Theil der Federbüchse F bildet. Der untere Theil dieser Büchse, der mit einem Dorn versehen ist, welcher in diesen Muff eintritt (siehe Fig. 12), ist mit dem gabelförmigen Bolzen f′ verbunden, der an einem Ansatz an der Säule D′ befestigt ist.

Aus dieser Einrichtung folgt, daß die ganze Büchse mit dem Arm f ihre Stellung verändern muß, sobald die Enden des einen oder des andern Hebels L oder L′ von dem hervortretenden Schieber des Schlittens e getroffen werden; es ist dieß aber, wie wir gesagt haben, an den beiden Enden des Kolbenlaufs in den Cylindern der Fall.

Diese Verschiebung der Büchse F, um z. B. aus der Stellung, welche sie in Fig. 8 einnimmt, in diejenige überzugehen, die in punktirten Linien angegeben ist, und umgekehrt, drückt, wenn der Arm f senkrecht steht, die sechs Springfedern, von denen er umgeben ist, zusammen. Sobald aber diese Stellung etwas überschritten ist, dehnen sich die Federn wieder aus und nöthigen den Arm f eine entgegengesetzte Stellung einzunehmen, d. h. die in Fig. 8 punktirt angegebene. Dieser Arm bewahrt diese letztere Stellung, bis die hervortretenden Schieber des Schlittens den obern Hebel L treffen, welcher die Federbüchse F in die Senkrechte zurückführt, um dem Arm f seine ursprüngliche Stellung wieder zu geben, und so fort an jedem Ende des Kolbenlaufs.

Diese wiederkehrend und intermittirend geradlinige Bewegung wird dem Vertheilungsschieber c durch 2 kleine platte Lenkstangen E′, die mit dem Kopf des Schiebers verbunden sind, mitgetheilt. Die

geradlinige Bewegung ist zu gleicher Zeit durch die Stopfbüchse, womit der Vertheilungskasten G versehen ist, so wie durch die gußeiserne Führung g, durch welche das obere Ende der Schieberstange geht, gesichert.

Die schwingenden Bewegungen des Arms f werden durch einen eisernen Bügel i, der an einer von den Säulen D′ angebracht ist, geleitet und das Gewicht der Hebel L und L′ wird durch Gegengewichte i′ ausgeglichen, die an einem kurzen Hebel an der Welle des untern Hebels L′ angebracht sind.

Der Dampf gelangt durch die Röhre G′ in den Vertheilungskasten G und es kann dessen Verbindung mit dem Generator nach Belieben durch den senkrechten Schieber H′, der durch das Handrad darüber bewegt wird, unterbrochen werden. Nachdem der Dampf auf den Kolben gewirkt hat, strömt er durch die gußeiserne Röhre H′, die durch eine Flantsche mit dem Canal I aus einem Stück gegossen ist; der letztere leitet den Dampf zu den beiden Enden des Cylinders C′.

Die beiden Böden des Gebläsecylinders sind jeder mit drei Oeffnungen versehen und an jedem ist ein Hals M von länglich viereckigem Querschnitt angegossen, durch welchen die verdichtete Luft ausströmt.

Auf einer jeden von den Oeffnungen der Cylinderböden wird ein Kasten festgeschraubt, der mit Klappen versehen ist, die sich um eine Seite bewegen und während des Ansaugens von dem Kolben öffnen, so daß äußere Luft in den Cylinder strömt.

Die untern Ventilkästen B haben eine länglich viereckige Form und sind oben offen, so daß sie in Verbindung mit den Oeffnungen in dem Cylinderboden stehen. Die beiden großen Seitenöffnungen eines jeden von diesen Kästen haben drei Oeffnungen, welche mit Klappenventilen C bedeckt sind. Dieselben bestehen aus einer Platte von 6 Millim. starkem Leder, auf welcher auf beiden Seiten 5 Millim. dicke Blechplatten durch kupferne Niete befestigt sind. Die Blechplatten bedecken die Oberfläche der Lederplatte nicht gänzlich, so daß die vier Ränder der letzteren frei bleiben. Der eine Rand wird an der innern Seite des Kastens durch drei Schraubenbolzen befestigt, und der mittlere befestigt zu gleicher Zeit an dem Kasten einen eisernen Bügel C′, der die Beschränkung des Oeffnens der Klappenventile bewirkt. Jeder Kasten ist mit drei solchen Bügeln versehen (siehe Fig. 10), und es sind dieselben doppelt, um zu gleicher Zeit für zwei einander gegenüberliegende Klappen zu dienen; sie sind mit Leder-

streifen versehen, um so viel als möglich das Geräusch zu vermeiden, welches die Klappen hervorbringen, die, indem sie sich öffnen, gegen diese Bügel schlagen.

Die obern Kästen B' sind den untern B fast gleich, jedoch sind die Aufhalter b durch den Deckel b² (Fig. 8 und 11) ersetzt; auch werden durch diesen Deckel die obern Lederwände befestigt, welche als Haspen der Ventile wirken. Dieser Deckel hat im Innern zwei geneigte Ebenen, gegen welche die Ventile treten, so daß ihre Oeffnung beschränkt wird; und um, wie bei der vorhergehenden Einrichtung, den Lärm zu vermeiden, den das Zusammentreffen macht, so ist auf der innern Blechplatte der Ventile ein breiter Lederstreifen angebracht, der den untern Rand bedeckt.

Die Auslaßventile m haben dieselbe Einrichtung, wie die Einlaßventile; an einem jeden der beiden Hälse M ist ein gußeiserner Rahm angebracht, der drei Klappen enthält (Fig. 10), die nach dem Innern des Kastens M festgeschraubt sind.

Die Montirung und Aufstellung einer Maschine, wie die hier beschriebene, ist eben so leicht, wie die Unterhaltung und Beaufsichtigung aller ihrer Organe, aus denen sie besteht; diese sind übrigens sehr einfach. Sie kann mehr oder weniger weit von den Mauern des Maschinen- oder Hüttengebäudes, in welchem sie befindlich ist, angebracht werden. Ein festes gemauertes Fundament ist hinreichend, um die gußeiserne Sohlplatte und die starken Bolzen aufzunehmen, welche diese Platte und die Säulen des Gebläsecylinders mit dem Hüttenboden verbinden.

In der Hütte zu Blanc-Misseron ist in der Ebene der Bodenplatte des Dampfcylinders ein Boden angebracht; dadurch kann der Maschinenwärter leicht zu denjenigen Maschinentheilen gelangen, welche die Dampfvertheilung bewirken; er kann das Schmieren und die Beaufsichtigung mit Leichtigkeit bewirken.

Direkt wirkendes Gebläse mit Hochdruckdämpfen und Expansion ohne Condensation arbeitend auf der Vorwartshütte in Niederschlesien („Studienreise" — wovon wir weiter unten bei der Hohofenconstruction näher reden — S. 145 ff.). — Die Fig. 9 und 10, Taf. II geben eine Skizze von dieser Maschine im Auf- und Grundriß. Sie ist construirt vom Königl. Fabriken-Commissarius Hofmann und ausgeführt in der Maschienbauanstalt von Ruffer in Breslau.

Die Steuerung geschieht durch Ventile nach dem Hofmann-

schen Patente. Die Leistung der Dampfmaschine ist auf 130 Pfrdst. berechnet, kann aber auch bis zu 150 Pfrdst. erhöht werden.

Der Gebläsecylinder b steht über dem Dampfcylinder a, und geht deswegen die Aufstellung der ganzen Maschine durch mehrere Etagen. [1]) Die Besprechung ihrer Haupttheile möge dieser Aufstellung folgen.

a. Im Souterrain ist der Contrebalancier c gelagert; er hat den Zweck, durch das Gegengewicht x die Gewichte der Kolben und Gestänge abzubalanciren. Von der unteren Fläche des Dampfkolbens α geht eine 2 1/2 Zoll starke Stange aus, tritt durch den unteren Cylinderdeckel und bewegt im Souterrain den Contrebalancier c mittelst eines Watt'schen Parallelogrammes.

An dem Balancier hängt ferner die Steuerstange d, so daß diese genau die Bewegungen des Kolbens, jedoch nach dem Hebelverhältnisse verkürzt, mitmacht. An der verlängerten Steuerstange ist die Pumpe r angebracht, welche man zum Heben der Speisewasser benutzt; bei s kann ebenso eine Pumpe angehängt werden, die da, wo man hydraulische Gichtaufzüge anwendet, diesen das Wasser zuführen kann.

Mit dem Balancier ist ein Hubzähler verbunden. Durch die Bewegung des Ersteren wird nämlich ein auf ihm befestigtes Pendel in Schwingung versetzt, welches mittelst einer Sperrklinke das erste von 4 in dem Zählapparate vorhandenen Sperrädern, jeder Pendelschwingung (und somit jedem Hube der Kolbenstange) entsprechend, um ein Zehntel seiner Peripherie dreht. Diese Sperräder sind auf vier parallel nebeneinander gelagerten Wellen befestigt, auf denen sich eben so viele Zeiger an der Außenseite des Apparates befinden. Drei der Wellen tragen Sperrdaumen, welche in das nächstfolgende Sperrad mit je zehn Zähnen eingreifen.

Die Gewichtsverhältnisse der in Bewegung befindlichen Theile der Maschine sind die folgenden:

das Gegengewicht am Balancier ist . .	53 Ctr.,
= Gewicht des Windkolbens	36 =
= = = Dampfkolbens	7 =
= = der oberen Kolbenstange . .	7 =
= = = unteren = . .	3 1/2 =

---

1) Vergl. hiermit die Zeichnung und Beschreibung der Woolf'schen Gebläsedampfmaschine Bd. IV, S. 29 ff.

Die vier Windsäulen p,p.., welche durch alle Stockwerke gehen, dienen zugleich zur Unterstützung des Dampf- und des Gebläsecylinders.

b. In der ersten Etage steht nun der Dampfcylinder mit der Ventilsteuerung durch Einklinkung, welche bereits Bd. IV, S 29 ff. ausführlich von mir beschrieben wurde.

Der Dampfcylinder hat 31 Zoll Durchm. und wiegt 53 Ctr. Die beiden über einander liegenden Liderringe des Dampfkolbens sind von Gußeisen und werden durch eine Stahlfeder mittelst zweier Keile gegen die Cylinderwandungen gepreßt. Ein schmiedeeiserner Mantel umkleidet den Cylinder. Die Kolbenstange, welche den Dampf- und den Windkolben mit einander verbindet, hat einen Durchm. von 4 Zoll.

Der Hub des Kolbens ist im Maximum 8 Fuß; nach der Geschwindigkeit des Kolbens und der Größe der Düsenöffnungen variirt der Windüberdruck zwischen 2³/₄ und 4 Pfd. Gegenwärtig macht die Maschine 7 Doppelhübe pro Min. und liefert in dieser Zeit 3000 Cbfß. Wind von 4 Pfd. Ueberdruck; sie ist aber für beide Hohöfen berechnet und kann deshalb 15 bis 18 Doppelhübe machen, in welchem Falle sie 8000 Cbkfß. Wind liefern soll.

c. In der zweiten Etage ist der Gebläsecylinder b Fig. 9 aufgestellt. Dieser allein ist ein 99 Ctr. 64 Pfd. schweres Gußstück, welches auf den 4 Windsäulen p,p.. von 13¹/₂ Zoll lichter Weite ruht. Diese gehen, wie bei der IV, 29 beschriebenen Gebläsemaschine der Tarnowitzer Hohofenanlage, bis in das Fundament hinunter und communiciren hier (Fig. 10) durch die horizontalen Röhren q,q.. mit dem Hauptwindrohre von 19 Zoll Durchm. und 1¹/₄ Zoll Wandstärke, welches zu dem Wind-Erwärmungsofen führt.

Der Windcylinder ist genau ebenso construirt, wie der der so eben erwähnten Maschine. Der Windkolben ist mit Leinewand gelidert und hat 84 Zoll Durchm. Die Klappenöffnungen sind 3 Zoll breit und 19 Zoll lang; die Aufschlagshöhe beträgt 1¹/₄ Zoll; das Verhältniß der Einströmungsöffnungen zur Kolbenfläche ist 1 zu 8.

Ein sehr compendiöses Cylindergebläse beschreibt Ritter Franz von Schwind in dem Oesterr. berg- und hüttenmännischen Jahrbuche, Bd. X, S. 451, und erläutert die Beschreibung durch einige Holzschnitte; es steht zu Jenbach in Tyrol im Betriebe. Der Cylinder liegt horizontal und an dem einen Deckel ist eine Gerad-

führung mit Coulissen angebracht, wie man sie außerdem bei manchen schwachen stehenden Dampfmaschinen mit unter dem Cylinder liegender Schwungradwelle findet. Von dem in der Coulisse oder dem Schlitten geführten Kreuzkopfe aus gehen zur Seite des Cylinders zwei Lenkerstangen nach einer auf dem hintern Cylinderdeckel in Böcken liegenden Welle mit zwei Riemenscheiben, an denen die Warzen der Lenkerstangen angeschraubt sind. Diese Welle liegt jedoch nicht in der Axe des Cylinders, weil die Kolbenstange auch rückwärts in dem Cylinderboden in einer Stopfbüchse geführt ist. Die zwei Riemenscheiben, zu beiden Seiten des Cylinders, nehmen die von irgend einem Motor abgeleitete Triebkraft auf. Auf der untern Seite des Cylinders ist der Windkasten angegossen; er greift an jedem Ende durch ein halbcylindrisches Rohr über die in der untern Hälfte der Cylinderdeckel angebrachten Ausblaseventile hinweg und communicirt am Boden mit dem Windrohre. Die Saugventile liegen in der obern Hälfte der Cylinderdeckel. Das Gebläse hat 20 Zoll Cylinderdurchmesser und 24 Zoll Kurbellänge, wiegt 1520 Pfd. und nimmt nur sehr wenig Platz ein.

Ein Gebläse mit doppelten liegenden Cylindern, construirt von dem Ingenieur Carl Dietz in Bordeaux (Polyt. Centralbl. 1861, Nr. 21), ist in der Hütte zu Rivière im Departem. der obern Vienne im Betriebe und hat folgende Einrichtung. Fig. 13 zeigt einen Grundriß, Fig. 14 einen Längendurchschnitt, Fig. 15 endlich ist die Vorderansicht des Deckels mit den Saug- und Druckklappen. Der Maaßstab der Abbildungen ist = $^1/_{60}$ der natürlichen Größe.

Die Maschine hat zwei gußeiserne Cylinder A, welche vermittelst Flantschen und Schrauben an dem gußeisernen Gestelle B befestigt sind. Auf diesem Gestelle sind außerdem die Lager b für die Welle C, welche zwei unter 90^0 versetzte Kröpfungen hat, und die Gleise C für die die Kurbelstangen D und die Kolbenstangen d verbindenden Kreuzköpfe befestigt. Die Stangen d, welche aus Gußeisen bestehen und hohl sind, gehen durch Stopfbüchsen ee in den Cylinderdeckeln und Böden E hindurch, und die an die Deckel und Böden angegossenen Büchsen selbst sind durch Rippen abgesteift, welche zwischen den Saugklappen s und den Druckklappen s′ liegen. Die Klappen haben rectanguläre Gestalt und bestehen aus Kautschukplatten, die auf der einen Seite mit Blech bekleidet sind. Die Saugklappen s, welche sich von außen nach innen öffnen, haben das Blech inwendig; ein äußerlich auf dem Deckel befestigter gußeiserner Rahmen hält den oberen Rand der Platte, welcher das

Scharnier bildet, fest, während die drei übrigen Seitenwände des Rahmens Vorsprünge haben, auf welche die Klappe sich auflegt. Die Druckklappen öffnen sich von innen nach außen und haben daher ihre Blechbekleidung äußerlich; gegen die Blechbekleidung drücken Federn, welche den Schluß der Klappen bei beginnendem Rückgange des Kolbens sichern.

Die Kolben bestehen aus gußeisernen Scheiben mit Holzfütterungen und Bohrungen für die durchgehenden Kolbenstangen, die vermittelst angegossener Flantschen an den Naben der Kolben festgeschraubt sind. Die Liderung der Kolben besteht in je zwei Lederstreifen.

Der Gebläsewind tritt durch die gußeisernen Leitungsrohre F zunächst in die kleineren Blechcylinder G und von da durch die Rohrstutze g in den gemeinschaftlichen größeren Blechcylinder H, aus dem er durch den Rohrstutz h in die Windleitung abgeführt wird.

Eine graphische Tabelle der unter 4 bis 180 Millimeter Quecksilbersäule durch Düsen von 15 bis 200 Millim. Weite ausströmenden Windmengen theilt Kunstmeister Bornemann zu Freiberg in der dortigen berg- und hüttenm. Zeitung, 1861, Nr. 18, mit. Indem wir darauf verweisen, bemerken wir, daß solche graphischen Tabellen für praktische Zwecke überhaupt und bei Windmengen insbesondere, wo es auf eine große Genauigkeit nicht ankommt, den Vorzug vor den numerischen Tabellen verdienen. Jedenfalls dürfte dieß Beispiel sehr geeignet sein, um auf ihre Wichtigkeit aufmerksam zu machen.

Winderhitzungsapparate.

Allgemeine Bemerkungen über Winderhitzungsapparate bei Hohöfen enthält der Berggeist, Nr. 97 von 1861. — Der Verfasser dieser Bemerkungen sagt mit Recht, daß das Blasen mit erhitzter Luft überall da, wo dasselbe die Qualität des Roheisens nicht beeinflusse, wenn die Apparate praktisch construirt sind, mit Rücksicht auf den Brennmaterial-Aufwand große Vortheile habe. Er ist aber der Meinung, daß eine gute Construction häufig versäumt werde, und bemerkt nun weiter Folgendes:

„Eine noch jüngst zurückgelegte Reise zeigte uns, wie viele Werke noch in kindlichster Unschuld sich mit recht alten Systemen herumquälen, ja, wir könnten es mehreren Hütten nachrechnen, daß sie eigentlich nur nutzlosen Zins fressende, anstatt productiv arbeitende Apparate dastehen haben. Um Beispiele anzuführen, kennen wir in

Rheinland-Westphalen ein Werk, welches mit seinem Apparat bei einer durchschnittlichen Winderhitzung von 150° C. in 12 Stunden 52 Schffl. Kohlen verbrennt; ein zweites, welches, mit Apparaten ähnlicher Construction und von ziemlich gleicher Heizfläche arbeitend, eine durchschnittliche Erhitzung von 170° C. bei 36 Schffl. Kohlen in 12 Stunden hat; ein drittes, welches fast ausschließlich mit Hohofengasen feuert und zur Nachfeuerung nur zwischen 50 und 100 Schffl. Kohlen monatlich verbraucht. Als erste Bedingung verlangt die gute Construction eines Heizapparats, daß die Röhrensysteme so arrangirt sind, daß sie Dauer haben; so wenig Reparaturen, wie möglich, das ist ein Haupt-Erforderniß. Auch in dieser Hinsicht könnten wir Beispiele anführen, die wenig erbaulich sind."

„Betrachten wir einzelne Systeme, so finden wir zwei Ordnungen, denen sich fast alle Apparate, die aus eisernen Röhren zusammengesetzt sind, unterordnen lassen: nämlich Apparate mit vertikal oder horizontal liegenden Röhren. Unter den mit vertikal stehenden Röhren sind die Apparate mit heberförmigen Röhren wohl die am meisten verbreiteten; seltener sieht man die, wo die Circulation durch mehrere Reihen versetzt hinter einander stehender Röhren erfolgt, welche häufig direkt von der Gichtflamme sofort erhitzt werden. Die erstgenannten Apparate wendet z. B. die Königshütte in Oberschlesien an und wird der Wind durch Kohlenfeuer auf 60° C. erhitzt; soviel wir in Erfahrung brachten, leiden die Apparate bedeutend an Undichtheiten und verbrauchen viel Brennstoff. Das Rohr, welches den Wind herbeiführt, und dasjenige, welches ihn abführt, liegen im Mauerwerk und können in Folge davon der Ausdehnung, die zwischen dem Mauerwerk und den Rohrsystemen besteht, nicht folgen, daher stete Undichtheiten unvermeidlich sind. Der geringe Weg, obgleich viel Heizfläche vorhanden, erlaubt bei diesen Apparaten auch keine starke Erhitzung, selbst bei viel Brennmaterialaufwand. Da die Wärme vom Feuer aus sich im Apparat zwar gleich vertheilt, die Luft aber zu kurzen Aufenthalt daselbst hat, so geht zu viel Wärme verloren und es zeigen diese Apparate, daß eben eine rasche Erhitzung des Windes für den Brennstoffaufwand nachtheiliger ist, als wenn der Wind allmäliger, nämlich der kalte Wind nach und nach der warmen Zone entgegengeführt wird. Die besseren Apparate sind alle in ihrer Construction auf dieses Prinzip gestützt und sind deshalb die Apparate mit vertikalen Röhren schon besser, wo mehrere Reihen Röhren versetzt hinter einander stehen. Einen derartigen Apparat sahen wir auf einer Harzer

Hütte und wurde derselbe direkt von der seitlich abgeführten Gichtflamme erhitzt; er bestand aus zwei Reihen hinter einander stehender, runder Röhren, welche oben mit verkitteten Krümmern, unten aber wie zwei Rohre U-förmig mit einem Fuß versehen verbunden waren. Dieser Apparat erhitzte den Wind auf 280° C. und bedurfte fast nie Reparaturen."

„Wo man die Gichtflamme, wie bei kleinen Holzkohlenöfen, direkt benutzen kann, möchte sich diese Construction empfehlen, bei größeren Kokeshohöfen dürfte die Ausführung mit Schwierigkeiten verbunden sein. — Ein drittes, neueres Arrangement, welches bei großen Anlagen nicht unpraktisch ist, sind die neuen schottischen Apparate, wie sie Hörde seit einigen Jahren eingeführt hat. Es sind dies auch vertikale Rohksysteme, worin der Wind in demselben Rohre einmal auf- und niedersteigt, indem jedes Rohr eine Scheidewand in der Mitte hat, die oben in dem gebogenen Ende jedoch Oeffnung zum Herabsteigen läßt. Der Wind passirt mehrere solcher Rohrsysteme, die einander gegenüber stehen oder auch wohl ein Viereck bilden. Diese Einrichtung bewährt sich, ist jedoch nur für große Anlagen zu empfehlen, wo man mehrere Hohöfen hat, da sie durch ihre Größe zwar sehr wirksam, aber sehr kostspielig ist."

„Es unterliegt gewiß keinem Zweifel, daß die Wirksamkeit bei einem Apparate immer von der Leitungsfähigkeit des Materials für die Wärme abhängt, und da möchten gerade vertikale Apparate den Vorzug verdienen, weil man bei ihnen die Rohrwandungen schwächer gießen kann, als bei horizontalen, da sie nicht so den Durchbiegungen ausgesetzt sind. Dieß ist ein Punkt, worin noch viel gefehlt wird, und möchte es sich empfehlen, bei der Construction der Rohre die Stärke nie zu übertreiben. Es geschieht dieß unendlich viel noch und es ist unbegreiflich, wie man die richtige Grenze so oft nicht finden kann. Besonders sind die Apparate mit horizontal liegenden Rohren in den meisten Fällen viel zu stark. 10füßige Rohre mit dem jetzt meist üblichen länglichen Querschnitt sahen wir auf vielen Werken mit $1^{3}/_{4}$" starken Wänden und im Gewicht von 1800 bis 2000 Pfd. Da diese Rohre meist in schräger Lage gegossen werden und selten die Aufmerksamkeit des Gießers so groß ist, daß bei so bedeutender Stärke Letztere überall gleichmäßig ausfällt, so ist es unvermeidlich, daß diese starken Rohre nicht allein springen, sondern auch früher verbrennen und zwar an den stärksten Stellen zuerst, weil dort die Leitungsfähigkeit zu gering ist. Bei leichtern Rohren kann im Guß eine egale Stärke eher erzielt werden, weil

der Druck in der Form nicht so groß ist. $^3/_4$″ Wandstärke genügt in allen Fällen und halten solche Rohre, wenn ihr Querschnitt im Verhältniß zu ihrer Länge steht, damit sie genug Festigkeit besitzen und durch Durchbiegung nicht zuviel zu leiden haben, länger als $1^3/_4$″ starke, die wegen ihrer geringern Leitungsfähigkeit der Wärme den nachtheiligen Wirkungen der Flamme mehr ausgesetzt sind. Die Wirksamkeit eines Apparates ist nun aber weiter dadurch bedingt, daß die zu erhitzende Luft genug Aufenthalt in den Röhren findet, und es schadet deshalb nichts, wenn der Querschnitt eines Systems von Röhren etwas größer ist, als das Rohr, welches den Wind vom Apparate nach den Düsen führt. Man würde aber an Pressung verlieren, wenn das hinzuführende Rohr kleiner im Querschnitt wäre, als die Querschnitte der Röhren, die der Wind in einer Lage Röhren im Apparat passirt. Ferner bleibt zu beachten, daß der gegenseitige Stand der Röhren bei vertikalen und die Lage bei horizontalen Apparaten so sei, daß die Flamme sich frei in dem Apparate entwickeln könne. Auch hierin wird oft gefehlt. Wir könnten an einem westphälischen Werk ein Beispiel anführen, wo 6 Röhren bei einem Apparat in einer Reihe lagen; die Entfernung betrug von einer Röhre zur andern $2^3/_4$″; 24 Röhren waren im Apparat, der nichtsdestoweniger hohen Brennstoffaufwand erforderte. Nachdem man aus den beiden untern Reihen 3 Röhren entfernt hatte, arbeitete der Apparat mit einem Minderverbrauch von 25 Schffl. Kohlen per 24 Stunden bei gleicher Winderhitzung. Man soll deshalb besonders da, wo die Rohre noch der Flamme ausgesetzt sind, dieselben nicht zu nahe legen, 5 bis 6″ soll das Minimum sowohl bei vertikalen, als horizontalen Apparaten für den Abstand von einem Rohre zum andern sein. — Die üblichen Constructionen für Apparate mit horizontal liegenden Röhren sind meist so, daß 4 oder 5 Reihen Rohre über einander von länglichem, an den Ecken abgerundetem Querschnitte jedesmal 3 oder 4 in einer Reihe liegen und äußerlich durch gußeiserne oder schmiedeeiserne Krümmer verbunden sind. Man legt dabei die Rohre hochkantig neben einander, seltener sieht man Apparate, wo solche Rohre flach 2 oder 3 neben einander liegen. Letztere Construction ist auch nicht praktisch, weil eigentlich nur die halbe Heizfläche nutzbar wird, ferner auf den obern Seiten der Rohre sich zu viel Sand, Asche u. dgl. sammelt, die Erhitzung von der obern Seite also mangelhaft wird und die Verbrennung außerdem nicht so lebhaft stattfinden kann, weil die Flamme sich zurückstößt. Es ist die erstere Construction vorzuziehen, weil die Heiz-

fläche besser der Wärme ausgesetzt ist und die ganze Construction überhaupt eine energischere Verbrennung des Brennstoffs zuläßt. Besonders aber, wenn man mit Hohofengasen feuert, ist dies Arrangement vorzuziehen, weil es darauf ankommt, den Gasen zu guter Verbrennung Raum genug zu lassen. Eine häufige Circulation der Flamme ist nicht so wesentlich, wie eine vollständige Verbrennung des Brennmaterials. Läßt sich beides mit einander verbinden, so wird natürlich der Effekt ein um so besserer sein. Bei den flach liegenden Röhren circulirt die Flamme in der Regel schlangenförmig, während sie zwischen den hochkantig liegenden Röhren meist gerade zwischen den Röhren aufsteigt. Im ersteren Falle stößt sich die Flamme rasch, im letztern kann sie sich, wenn die Rohre nicht einander zu nahe liegen, gut entwickeln und deshalb haben Apparate der letztern Art den Vorzug."

„Häufig machen die Apparate durch Undichtheiten zu schaffen, und zwar möchten wir dabei auf folgendes aufmerksam machen. Man prüfe, ob bei Anwendung gußeiserner Krümmer dieselben nicht zu schwer sind. Vermöge ihrer zu großen Schwere drücken sie oft zu stark auf die Verkittungen. 1/2" Särke genügt in allen Fällen bei Gußeisen und 1/4" bei Blech. Letztere sind vorzuziehen. Sehr häufig haben die Krümmer in den Muffen zu wenig Dichtfläche und es ist gut, wenn man sie unten mit einem Rande an ihrer Oeffnung versieht, der etwas mehr Dichtfläche verursacht. Aus Blech gearbeitete biegt man etwas nach Außen. Beim Dichten selbst empfiehlt es sich, in die Muffe erst etwa 3/4" stark weichen, gut durchgekneteten Thon zu schmieren, hier das Krümmerende darauf zu setzen und dann erst auf die gewöhnliche Art mit Rostkitt weiter zu dichten. Die auf diese Weise mit etwas Sorgfalt gedichteten Apparate, seien sie mit vertikalen oder horizontalen Röhren, dürfen nie undicht werden. Damit die Krümmer nicht zuviel Wärme ausstrahlen, ummauert man sie mit einem leicht fortzuschaffenden Mantel. — Zu verwerfen sind alle Apparate aus Röhren, die einen runden Querschnitt haben, besonders aber, wenn letzterer groß ist; es versteht sich von selbst, daß für die Erhitzung des Windes eine solche Form die unpraktischste ist, da der Wind nicht soviel mit den Wandungen in Berührung kommen kann, als bei breiten Röhren mit engem Querschnitt. Solche Apparate sind darum vollständig zu verwerfen. Sie fressen zuviel Brennmaterial und sind, wenn man ihnen nur mäßig viel Heizfläche geben will, in ihrer Beschaffung kostspielig."

„Schließlich sei noch eines Fehlers erwähnt, den wir sehr häufig

wahrnahmen; nämlich, man macht die Kamine zu weit, oder zu wenig hoch. In dem einen Falle geht die Wärme zu rasch aus dem Apparat, im andern wird die Verbrennung beeinträchtigt. Insbesondere möchten wir dabei darauf aufmerksam machen, daß, wenn man mit Hohofengasen feuert, der Kamin ein wenig höher gebaut werde, so daß er den Hohofen wenigstens um seine halbe, besser aber um die ganze Höhe überragt. Den so praktischen Gasfeuerungen wird so oft der Vorwurf gemacht, die Gase wollten nicht brennen; untersucht man genau, so findet sich häufig der Fehler, daß entweder nicht Raum genug in der Feuerung ist, die Gase sich zu früh stoßen, oder daß eben der Kamin zu niedrig ist. Es findet dann zwischen der niedersteigenden Gassäule und der aufsteigenden im Kamin nur so viel Bewegung statt, als die Geschwindigkeit beträgt, mit welcher die Gase sich in ihren Röhrenleitungen bewegen, die, obgleich die Gase dem Hohofen mit mehr Geschwindigkeit entweichen (weil der Querschnitt dieser Rohre im Verhältniß zur Ausströmungsöffnung der Gase aus der Gicht in der Regel sehr groß ist), sich erheblich verringert und nur durch einen Kamin von hinreichender Höhe wieder derart verstärkt werden kann, daß hinreichende Bewegung zu lebhafter Verbrennung entsteht. Am besten thut man, einen solchen Kamin oben mit einer Klappe oder unten mit einem Schieber zu versehen, wodurch sich der Zug reguliren läßt."

„Ein guter, zweckentsprechender Heizapparat verlangt also folgendes: Er darf nur so viel Brennstoff verbrauchen, daß daraus bei einem gewissen Quantum Wärme, die man dem Hohofen zuführt, wirklich Vortheil für den Betrieb erwächst, also im Hohofen Brennmaterialersparniß. Ferner darf er nicht nutzlos Capitalien verzehren durch viele und nur schwierig auszuführende Reparaturen; seine constructiven Verhältnisse müssen deshalb derart sein, daß alle Theile möglichste Dauerhaftigkeit besitzen. Beides läßt sich erzielen, wenn man Gesagtes beherzigt!"

Ein in England im Betriebe stehender Winderhitzungsapparat ist aus dem Génie industriel, Juli 1861, S. 123, im Polyt. Centralbl. Nr. 21 beschrieben. — Der von Jones (auf dem Hüttenwerk zu Normanby) angegebene Winderhitzungsapparat ist durch Fig. 16 der zugehörigen Abbildungen auf Taf. I im Vertikaldurchschnitt nach der Linie 1, 2, 3, 4 von Fig. 17, durch Fig. 17 in einem zur Ebene von Fig. 16 senkrechten Vertikaldurchschnitt und durch Fig. 18 im Horizontaldurchschnitt, und zwar zur Hälfte unter dem oberen Gewölbe des Ofens und zur anderen Hälfte oberhalb

der Lufteinströmungsröhren, in $^1/_{80}$ der natürlichen Größe dargestellt. In einer gemauerten Kammer A ist die Feuerung B angebracht, über welcher sich ein Gewölbe C befindet. Dieses Gewölbe trägt eine Mauer D, die nach oben hin dicker wird und an ihrem oberen Ende eine Art Dachstuhl D^1 von Gußeisen trägt, gegen welchen die beiden Gewölbe V sich stützen. Die Feuerluft steigt aus der Feuerung B theils zu beiden Seiten der Mauer D, theils durch die seitlich angebrachten Canäle E in die Höhe, erhitzt die Röhren F von außen und strömt dann durch die Röhren I, welche concentrisch innerhalb der Röhren F sich befinden, wieder abwärts, um endlich durch die beiden Canäle H zur Esse zu gelangen. Die Erhitzung der Luft erfolgt in dem ringförmigen Zwischenraum der Röhren F und I. Die Röhren F sind an ihrem unteren Ende durch horizontale Röhren G mit einander verbunden, durch welche die äußere Luft einströmt, um sodann in dem Zwischenraum der Röhren I und F sich nach aufwärts zu bewegen. Die Verbindungsstücke der einzelnen Röhren G bilden eine Art Fundament, welches die vertikalen Röhren trägt und seinerseits von dem zu beiden Seiten des Gewölbes angebrachten Gemäuer getragen wird. Die Röhren F sind am oberen Ende durch horizontale Röhren I mit einander verbunden, durch welche die erhitzte Luft wieder austritt, um von hier aus dem Orte, wo sie verwendet werden soll, zugeführt zu werden.

Ein anderer Lufterhitzungsapparat, der im französ. Moseldepartement benutzt wird, ist im Bulletin de la Société de l'Industrie minérale, Bd. VI, S. 403, beschrieben und abgebildet und auszugsweise in der Freiberger Zeitung, 1861, aufgenommen. Wir entlehnen daraus das Nachstehende: — Dieser Apparat hat im Allgemeinen die Einrichtung eines Wasseralfingers, unterscheidet sich aber davon hauptsächlich dadurch, daß jede der 10 oder 12 nahezu elliptischen Windröhren durch zwei vertikale Scheidewände in drei Abtheilungen getheilt ist. Ohne daß hierdurch die Geschwindigkeit der Luft merklich beeinträchtigt wird, gestattet diese Einrichtung eine Erhöhung der Windtemperatur und eine größere Solidität der Röhren. Die gußeisernen Röhren von 670 Kilogr. Gewicht und $2,_{850}$ Meter Länge sind im Querschnitt 110 Millim. hoch und 380 Millim. weit, die vertikalen Zwischenwände haben 20 Millim. Dicke. In 5 bis 6 Reihen über einander liegen in jeder zwei Röhren neben einander, der kalte Wind tritt von oben ein und die erhitzte Luft zieht von unten aus. Die Röhren liegen an ihren Enden in zu diesem Zwecke mit Löchern versehenen Eisenplatten von 1530 Kilogr. Schwere; letz-

tere sind durch 8 starke Anker zusammengehalten, auf der Sohle in den Falz einer Eisenplatte eingelassen und nach innen mit Mauerwerk bekleidet. Außerhalb der Platten sind die horizontalen Röhren durch Bogenröhren von 160 Kilogr. Gewicht mittelst eines aus Eisenfeile, Essig und wenig Schwefel bestehenden Kittes in Muffen verbunden. Die Sohle besteht aus Mauerwerk. An der Vorderseite des Ofens befinden sich im Mauerwerk zwölf mit Klappen versehene Oeffnungen, mittelst welcher man bequem den Flugstaub von den Röhren entfernen, überhaupt den Apparat reinigen kann, was eine Hauptbedingung für die gute Wirkung desselben ist. Auch an der Hinterseite befinden sich zu genanntem Zweck 6 Klappen. Sollte beim Chargiren die Gichtflamme ausbleiben, im Apparate verlöschen und von Neuem angezündet werden müssen, so entstehen leicht kleine Explosionen, welche durch Selbstöffnung der bezeichneten Klappen unschädlich gemacht werden.

Die Heizung der Röhren mittelst Hohofengasen geschieht in der Weise, daß man dieselben in einer Hauptröhre von der Gicht herab an der Vorderseite des Ofens niederleitet und von der Hauptröhre in einiger Entfernung über dem Boden auf jeder Seite eine Knieröhre (erst horizontal, dann vertikal nach unten) in einen eisernen Kasten münden läßt, aus welchem die Gase durch einen Schlitz in den Ofen strömen. Der eiserne Kasten hat an seiner Vorderseite eine Reihe oblonger Löcher, durch welche die Verbrennungsluft eintritt. Auf der Hinterseite des Apparates befindet sich ein Schornstein zum Ansaugen der Gase von der Gicht herab und zur Entfernung der Verbrennungsprodukte. Nach oben ist der Heizraum durch ein Gewölbe geschlossen. Unterhalb der Eisenkästen befindet sich ein gewöhnlicher Rost, welcher nöthigenfalls bei Mangel an Gasen benutzt werden kann.

Ein solcher Apparat läßt sich, wenn man Alles zur Hand hat, in 8—10 Tagen herstellen und zwar mit einem Aufwand von etwa 4150 Fr., wovon 252 Fr. auf Arbeitslöhne, 250 Fr. auf das Mauerwerk, 3423 Fr. auf Gußwerk und 225 Fr. auf Schmiedeeisen und Blech kommen.

Die Heizlänge einer Röhre beträgt $2,_{510}$ Meter, der Perimeter $1,_{105}$ Meter, also die äußerlich erhitzte Fläche $2,_{7736}$ Quadratmeter für eine, und $33,_{2832}$ Quadratm. für 12 Röhren. Legt man nun die Formel von Flachat und Petiet

$$S = 0,_{00344}\ Q\ t$$

zu Grunde, worin S die erhitzte Oberfläche, Q das zu erhitzende Vo-

lum Luft pro Minute und t die zu erzielende mittlere Temperatur bedeuten, so hat man

$$Q = \frac{S}{0{,}00344\ t} \text{ und } t = \frac{S}{0{,}00344\ Q}.$$

Ist $t = 300^0$, so findet man für $Q = 32$ Cubikmeter Luft, eine hinreichende Menge pro Düse eines Hohofens von mittleren Dimensionen unter gewöhnlichen Verhältnissen. Dies ist das durch eine Düse von $0{,}_{080}$ Meter Durchmesser unter 60—65 Millimeter oder bei $0{,}_{065}$ Meter Düsendurchmesser unter 120—130 Millimeter Quecksilberpressung eingeblasene Luftquantum.

Rechnet man die Oberfläche der Scheidewände in den Röhren als Heizfläche mit, so wird der Perimeter für eine Röhre $= 1{,}_{245}$ Meter und $S = 37{,}_{50}$ Quadratm. für alle 12 Röhren. Bei $t = 300^0$ erhält man dann $Q = 36$ Cubikmeter.

Zweiter Abschnitt.

Eisen.

In dem Jahre 1861 ist nur ein allgemeines Werk über Eisenhüttenwesen erschienen und zwar ist dieß das folgende, von einem berühmten englischen Ingenieur:

Iron, its History, Properties, and Processes of Manufacture. By William Fairbairn, Civilingenieur, Doctor der Rechte, Mitglied vieler Akademien, gelehrter und Gewerbsgesellschaften. Edinburg, Black, 1861. XI u. 235 S. 8., nebst 65 dem Text eingedruckten Illustrationen. Cart. 6 Shill.

Es ist dieß Werkchen der besondere Abdruck des Artikels „Eisen" in der achten Auflage der Britischen Encyklopädie, und da es von dem berühmten Techniker Fairbairn herrührt, so verdient es eine besondere Aufmerksamkeit. Im Allgemeinen hält es nur den einseitigen englischen Standpunkt fest und ist durchaus nicht geeignet, eine allgemeine Ansicht von dem Standpunkte des Eisenhüttengewerbes zu geben. So wie Britannien die größte Steinkohlen-, so hat es auch die größte Eisenproduktion; die Einrichtungen seiner Eisenwerke sind großartig und trefflich, allein der britische Eisenhüttenmann hat auch im Allgemeinen mit den wenigsten Schwierigkeiten des Betriebes und Haushaltes zu kämpfen. Gute Materialien, gute Transportwege derselben und der Produkte, großartige und vollkommene Betriebseinrichtungen findet man auf den britischen Eisenwerken fast überall. Ob aber dieser Betrieb den Hütten des Continents überall zum Muster dienen könne, ist eine andere Frage, die dahin zu beantworten ist, daß der Eisenhüttenmann bei dem Kokeshohofenbetrieb in Oberschlesien, Westfalen, Rheinland, Belgien und Frankreich weit mehr lernen kann, als in England und Schottland. Unsere Vorlage berücksichtigt aber alle diese Länder nur wenig oder gar nicht; dennoch bleibt die Schrift sehr zu beachten, da sie viel Wichtiges,

besonders über das Mechanische der Eisenhüttenprozesse, enthält, worin die Briten noch immer unsere Meister sind! Daher wird denn auch ein anderes Werk, welches Hr. Fairbairn in Aussicht stellt, nämlich über die Anwendung und Benutzung des Eisens, große Beachtung verdienen. — Der Inhalt des Werkes ist folgender: Einleitung; 1. Kap.: Geschichte des Eisens. — 2. Kap. Eisenerze: Erze des Kohlenkalksteins, des Steinkohlengebirges, des Oolits; in Frankreich, in Preußen, in Oesterreich, Belgien, Schweden rc., in der Türkei, in Amerika. — 3. Kap. Brennmaterialien: Holzkohlen, Torf, Kokes, Steinkohlen. — 4. Kap. Die Reduktion der Eisenerze: der Rennfeuerbetrieb; der Prozeß von Clay. Das Schmelzen; die Erzröstung; der Hohofen mit kalter Gebläseluft; der Hohofenbetrieb; der Gichtaufzug; der Betrieb mit erhitzter Gebläseluft; die Winderhitzungsapparate; Hohofen in Verbindung mit denselben; die Hohofengase und deren Benutzung. — 5. Kap. Die Verwandlung des Roheisens in Stabeisen: der Herdfrischprozeß; der Feineisenprozeß; der Puddelprozeß; das Kochpuddeln; das Gaspuddeln. — 6. Kap. Die mechanischen Prozesse bei der Stabeisenfabrikation: die Vortheile der horizontalen Dampfmaschinen; die Zänge- und Walzwerke; die Scheeren; allgemeine Bemerkungen. — 7. Kap. Die Schmiedearbeiten. — 8. Kap. Der Bessemerprozeß (vorzüglich dargestellt). — 9. Kap. Die Stahlproduktion: I. Cementirprozeß; II. homogenes Eisen; III. Chenot's Prozeß; IV. Uchatius' Prozeß; V. deutscher Stahlfrisch-Prozeß; VI. Puddelstahlarbeit; VII. Mushet's Prozeß. — 10. Kap. Die Festigkeit und andere mechanische Eigenschaften des Guß- und Schmiedeeisens, sowie des Stahls. — 11. Kap. Die chemische Zusammensetzung des Eisens. — 12. Kap. Eisenstatistik. — Anhang: Gepanzerte Schiffe; Register.

Erstes Kapitel.

Die Roheisenfabrikation.

I. Die Eigenschaften des Roheisens.

Zur Beurtheilung des muthmaßlichen Achtelcarburets vom Eisen bemerkt Sectionsrath und Director Tunner im Oesterr. Jahrbuche, Bd. X, S. 477 — hier aus der Freiberger Zeitung — Nachstehendes:

Die in Höhlungen von langsam erstarrtem grauen oder vielmehr halbirten Gußeisen sich häufig vorfindenden Krystalle hält Dr. Gurlt (s. Band I, S. 5 ff.) für Achtelkohleneisen, dadurch gebildet, daß bei einer gewissen niedrigen Temperatur erzeugtes Viertelkohleneisen in höherer Temperatur in Achtelkohleneisen und Kohle zerlegt werden soll. Nach Tunner sind die bezeichneten Krystalle im halbirten Roheisen der steierschen Hütten eine sehr häufige Erscheinung, und auch an der Bruchfläche von fast allen vorzüglich festen, mehr oder weniger halbirten Roheisensorten in Gestalt von sternförmigen radialen Anordnungen, in denen Graphitausscheidungen erscheinen, wahrzunehmen. Als Folge dieser Krystallisationen stellt sich auch die zackige Textur bei festen grauen Roheisensorten, sowie die gestrickte Textur bei dem festen weißen Roheisen dar. Da der der Krystallisation fähige Körper dem Roheisen die größte Festigkeit giebt, so verdient er besondere Aufmerksamkeit. Tunner hat schon früher (dessen Stabeisen- und Stahlbereitung, 1858, I. 18) die Ansicht geäußert, daß Gurlt's Achtelkohleneisen wohl nur krystallisirtes reines Eisen sei, wogegen Gurlt die Einwendung gemacht hat, daß das reine Eisen ein höheres specifisches Gewicht zeige, als die beobachteten Krystalle, und daß ersteres bei höherer Temperatur in Berührung mit kohlehaltigem Eisen nicht bestehen könne, sondern Stahl gebe. Hierdurch ist Tunner veranlaßt worden, nochmals auf den Gegenstand zurückzukommen, und er giebt für seine Ansicht folgende Gründe an: a) nur reines Eisen krystallisirt nach dem regulären System, während die Kohlenstoffverbindungen des Eisens rhomboedrisch krystallisiren; b) Viertelkohleneisen zerlegt sich bei höherer Temperatur nicht in Achtelkohleneisen und Kohlenstoff, vielmehr nimmt das Roheisen bei steigender Temperatur noch Kohlenstoff auf, welcher sich bei langsamer Abkühlung als Graphit wieder ausscheidet, indem die Krystallisationskraft desselben die Ueberhand gewinnt. Hat sich bei sehr hoher Temperatur viel Siliciumeisen gebildet, so tritt die Krystallisation nicht ein, weil sie nur dem reinen Eisen und nicht dem Siliciumeisen angehört; c) daher sie auch als Merkmal eines guten festen Eisens auftritt. Die Krystalle sind niemals vollkommen ausgebildet, was bei den anwesenden vielen Unreinigkeiten nicht auffallen kann; besonders verhindert der sich gleichzeitig erzeugende Graphit die völlige Ausbildung und Reinheit derselben; d) Blei und Kupfer zeigen ähnliche Krystallisationen, ohne daß sie chemisch rein wären; e) der in dem muthmaßlichen Achtelkohleneisen vorfindliche gebundene Kohlenstoff gehört wahrscheinlich hauptsächlich dem den

Krystallen in Menge anhängenden weißen Roheisen an; f) das specifische Gewicht der Krystalle ist wegen einer Beimengung von Graphit geringer, als das des reinen Eisens, wodurch sich Gurlt's oben mitgetheilte bezügliche Beobachtung erklärt; g) daß Eisen und Kohleneisen bei hoher Temperatur nicht bestehen können, ohne Stahl zu bilden, ist richtig, aber die fragliche Krystallisation bildet sich nur bei sehr langsamer Erstarrung und Erkaltung; h) nach einer Analyse des Prof. R. Richter bestehen solche Krystalle von den Hohöfen in der Lölling aus Si 0,972, Al 0,565, S 0,008, As 0,005, P 0,021, chem. gebundenem C 0,967, Graphit 2,122, Mn 1,010, Fe 94,330. Aus dieser Zusammensetzung läßt sich, wenn man auch eine Vertretung des Kohlenstoffs durch Si, S und P annimmt, eine Formel nicht ableiten, sie deutet keine bestimmte Zusammensetzung an. Dem Verhalten beim Auflösen in Säuren ꝛc. zufolge scheint ein Theil des chemisch gebundenen C als Viertelkohleneisen, ein anderer an Aluminium und Silicium gebunden darin enthalten gewesen zu sein. Nach alledem ist es wahrscheinlich, daß die fragliche Krystallisation dem reinen Eisen angehört.

Ueber die Zusammensetzung des Roheisens und des Stahls hat der franz. Chemiker Fremy weitere Untersuchungen — die früheren gaben wir bereits im 4. Bande, S. 71 ff. — in den Comptes rendus de l'Académie mitgetheilt; wir entnehmen das Nachstehende aus dem Polytechn. Centralbl. 1861, Nr. 9, 12, 14 und 15:

Despretz hat bekanntlich zuerst gefunden, daß das Eisen bei Rothglühhitze das Ammoniakgas zersetzt und den Stickstoff desselben aufnimmt, daß es dabei weiß und brüchig wird, und daß es eine Gewichtsvermehrung erleidet, die bis zu 11,5 Proc. gehen kann. Das so entstandene Stickstoffeisen giebt bei Behandlung mit Säuren ein Eisensalz und ein Ammoniaksalz.

Diese Resultate sind mehrfach in Zweifel gezogen, indem man theils vermuthet hat, die Gewichtsvermehrung des Metalls rühre von einer durch Wasser oder Luft, die in dem Ammoniakgas gewesen seien, hervorgebrachten Oxydation her, theils die Ansicht ausgesprochen hat, daß die Veränderung der Eigenschaften des Eisens in einer abwechselnden Oxydation und Reduktion (durch den Wasserstoff des Ammoniaks) ihren Grund habe. Fremy hat daher diese Versuche wiederholt, indem er dabei mit Sorgfalt alle Fehler, welche aus einer Unreinheit des Ammoniakgases oder der Gegenwart von Feuchtigkeit in demselben herrühren könnten, vermied. Er hat dabei

die von Desprez gemachten Angaben vollständig bestätigt gefunden; in allen seinen Versuchen zersetzte das Eisen bei Rothglühhitze das Ammoniakgas und bildete den von Desprez als Stickstoffeisen beschriebenen weißen und glänzenden Körper.

Man hat auch die Vermuthung ausgesprochen, daß dieser Körper nicht Stickstoffeisen, sondern eine Verbindung von Eisen mit einem Stickstoffhydrür, welches weniger Wasserstoff als das Ammoniak enthalte, sei. Um diese Frage zu entscheiden, erhitzte Fremy ein bestimmtes Gewicht des Körpers in einem Porzellanrohr zum Rothglühen und leitete trocknes Sauerstoffgas hindurch; das Eisen verbrannte dabei zu Eisenoxyd und der Stickstoff entwickelte sich als Gas. Wenn die Verbindung Wasserstoff enthielte, so mußte daraus bei dieser Behandlung Wasser entstehen. Fremy fand nun aber, daß dies nicht der Fall ist, denn die zur Absorption des etwa entstandenen Wassers bestimmten Röhren, welche das aus dem Porzellanrohr tretende Gas passiren mußte, zeigten nachher durchaus keine Gewichtszunahme. Die durch Einwirkung von Ammoniak auf glühendes Eisen entstandene Verbindung ist demnach Stickstoffeisen und enthält keinen Wasserstoff.

Nachdem dies entschieden war, stellte Fremy Versuche über andere Bildungsweisen des Stickstoffeisens an und ließ zunächst reines Stickstoffgas auf metallisches Eisen wirken. Das dazu benutzte Stickstoffgas wurde theils durch Erhitzen von salpetrigsaurem Ammoniak, theils aus der Luft durch Wegnahme des Sauerstoffs mittels Kupfer dargestellt; es wurde durch die wirksamsten Mittel gereinigt und getrocknet. Die Versuche ergaben, daß der Stickstoff sich nur sehr schwierig mit dem nach dem gewöhnlichen technischen Verfahren dargestellten Eisen verbindet, daß er aber mit dem Eisen eine Verbindung eingehen kann, wenn dieses sich im status nascendi befindet. Es entsteht z. B. Stickstoffeisen, indem man Stickstoffgas zu Eisenoxyd leitet, in dem Moment, wo es durch Wasserstoff oder Kohle reducirt wird.

Das Cyan modificirt ebenfalls die Eigenschaften des Eisens, der Verf. gedenkt aber diese Reaction in einer folgenden Abhandlung, die den aus der vereinigten Einwirkung von Kohlenstoff und Stickstoff auf das Eisen entspringenden Erscheinungen gewidmet sein soll, zu betrachten.

Die so eben erwähnten Verfahrungsarten liefern zwar Stickstoffeisen, aber die Reactionen sind langsam und unvollständig. Um z. B. kleine Stücke von Eisendraht durch Ammoniak fast vollständig

in Stickstoffeisen zu verwandeln, mußte der Verf. drei volle Tage lang Ammoniakgas zu dem glühenden Metall leiten.

Um das Stickstoffeisen genauer untersuchen, und namentlich den Einfluß, welchen der Stickstoff auf die Constitution und die Eigenschaften des Stahls ausüben kann, ermitteln zu können, mußte der Verf. zunächst eine Methode aufsuchen, nach welcher man das Stickstoffeisen leicht darstellen kann. Eine solche Methode fand er in der Einwirkung von trocknem Ammoniakgas auf Eisenchlorür bei Rothglühhitze. Man bringt etwa 200 Grm. wasserfreies Eisenchlorür in ein Porzellanrohr, erhitzt dasselbe zum lebhaften Rothglühen und leitet dann Ammoniakgas hindurch, welches durch gelindes Erhitzen des gewöhnlichen flüssigen Ammoniaks entwickelt und vor dem Eintreten in das Porzellanrohr mittels Durchleitens durch Röhren, die mit Kalihydrat gefüllt sind, getrocknet wird. Unter der Einwirkung des Ammoniaks wird das Eisenchlorür schnell zersetzt; es entwickelt sich Salmiak und ein eigenthümliches Amidsalz, welches durch Wasser sofort zersetzt wird, wobei Ammoniak und Eisenoxyd entstehen.

Nach der Operation findet man in dem Porzellanrohr eine aufgeblähte und zum Theil geschmolzene Masse, die zuweilen grau, oft aber auch metallisch, weiß und glänzend ist; diese Masse ist das Stickstoffeisen. Dasselbe besitzt alle die Eigenschaften, welche dem durch Einwirkung von Ammoniak auf glühendes Eisen erzeugten Stickstoffeisen zukommen. Es läßt sich leicht zu Pulver zerreiben, ist weniger oxydirbar als reines Eisen und wird von Salpetersäure nur sehr langsam, von Schwefelsäure und Salzsäure dagegen heftig angegriffen. Bei der Auflösung in Säuren entsteht ein Eisensalz und ein Ammoniaksalz. Nach den Versuchen von E. Becquerel läßt das Stickstoffeisen sich in gleicher Art wie Stahl leicht und dauernd magnetisch machen, jedoch ist diese Eigenschaft hier weniger entwickelt als beim gewöhnlichen Stahl. Das Stickstoffeisen ist merkwürdig durch seine Beständigkeit und nähert sich in dieser Beziehung dem Stickstofftitan; es verträgt Rothglühhitze, ohne sich zu zersetzen, und der Sauerstoff greift es nur bei höherer Temperatur an, wobei es in Eisenoxyd übergeht.

Erhitzt man das Stickstoffeisen in einem Kohlentiegel, so erleidet es eine wichtige Veränderung, auf welche der Verf. später bei der Besprechung der chemischen Constitution des Stahls zurückkommen wird. Es verwandelt sich dabei in eine metallische Masse, welche dem Stahl ähnlich ist und ebenso wie dieser durch Glühendmachen und rasches Abkühlen eine große Härte annimmt. Wenn

der Stickstoff in diesem neuen Körper geblieben ist, so befindet er sich in demselben nicht mehr in demselben Zustande wie im Stickstoffeisen, denn wenn man denselben in einem Strom von Wasserstoffgas erhitzt, so entwickelt er keine Spur von Ammoniak.

Erhitzt man dagegen das Stickstoffeisen gelinde in einem Strom von Wasserstoffgas, so zersetzt es sich sofort unter Ammoniakentwickelung und läßt reines Eisen zurück. Dieses Verfahren benutzte der Verf. zur Analyse des Stickstoffeisens, indem er eine gewogene Menge desselben im Wasserstoffstrom erhitzte und das zurückgebliebene Eisen nachher wieder wog, worauf der Gewichtsverlust die Quantität des Stickstoffs ausdrückte. Aus der Analyse ergab sich, daß das mittelst Eisenchlorür dargestellte Stickstoffeisen 9,3 Proz. Stickstoff enthält, was der Formel Fe_5N entspricht. Bei der Einwirkung von Ammoniakgas auf Eisen fand Despretz eine Gewichtsvermehrung, die bis zu 11,5 Proz. ging; diese würde der Formel Fe_2N entsprechen. Der Verf. legt für jetzt auf die gefundene Formel kein besonderes Gewicht, da es zweifelhaft ist, ob der Körper ganz rein war, und da die Temperatur, bei welcher er entsteht, und die Atmosphäre von Wasserstoff, mit welcher er bei seiner Bildung umgeben ist, darauf hinwirken können, seine Zusammensetzung zu verändern. Es ist übrigens anzunehmen, daß das Eisen sich in mehreren Mengenverhältnissen mit Stickstoff verbinden kann, wie aus folgendem Versuch hervorgeht.

Der Verf. setzte kleine Cylinder von sehr reinem Eisen 20 Stunden lang bei Rothglühhitze der Einwirkung von Ammoniakgas aus. Diese Cylinder waren zu dick, als daß die chemische Veränderung vollständig werden könnte, auch betrug die Gerichtsvermehrung nicht mehr als 6 Prozent. Bei der nachherigen Untersuchung der kleinen Cylinder ergab sich, daß sie aus zwei verschiedenen Theilen bestanden, nämlich einer äußeren, fast geschmolzenen, sehr brüchigen und durch einen gelinden Schlag leicht ablösbaren Schicht und einer inneren, noch metallischen Masse, die eine gewisse Härte besaß. Bei der Analyse ergab sich, daß die äußere Schicht aus 9,8 Prozent Stickstoff und 90,2 Prozent Eisen bestand, entsprechend der Formel Fe_5N. Das durch Einwirkung von überschüssigem Ammoniak auf Eisen entstandene Produkt hatte hiernach dieselbe Zusammensetzung wie dasjenige, welches durch Zersetzung des Eisenchlorürs durch Ammoniak erhalten wird. Die innere noch metallische Masse wurde von der Feile angegriffen, war jedoch sehr brüchig und enthielt ebenfalls Stickstoff, aber in viel geringerer Menge, als die

äußere Schicht; sie hat in ihren Eigenschaften eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Metall, welches man in der technischen Sprache „verbranntes Eisen" nennt. Es wäre hiernach möglich, daß das sogenannte Verbrennen des Eisens auf einer Verbindung desselben mit Stickstoff beruht; der Verf. wird diese Frage bei seinen ferneren Untersuchungen nicht außer Acht lassen.

Die bisherigen Mittheilungen des Verf. hatten den Zweck, nachzuweisen, daß der Stickstoff nicht nur ein sehr wirksames Agens der Stahlbildung ist, sondern daß er auch in der metallischen Verbindung bleibt. Der Verf. stützte sich in denselben fast ausschließlich auf synthetische Operationen und Versuche des Laboratoriums. In der vorliegenden Abhandlung sucht er zu beweisen, daß der Stahl zu existiren aufhört, wenn man ihm seinen Stickstoff entzieht, und daß alle in der Praxis zum Behuf der Stahlbildung ausgeführte Operationen die von ihm über die Constitution des Stahls ausgesprochenen Ansichten bestätigen.

Nach den bisher mitgetheilten Versuchen wird dem Stickstoffeisen der Stickstoff entzogen, wenn man es in Wasserstoffgas glüht; es war daher, nachdem der Stahl als stickstoffhaltig erkannt war, anzunehmen, daß der Wasserstoff ihn ebenfalls zersetzen und dadurch in den Zustand des Eisens zurückführen könne. Der Versuch hat diese Voraussetzung bestätigt. Der Verf. legte der Pariser Akademie eine Schiene von Gußstahl erster Qualität vor, von welcher ein Theil bei Rothglühhitze der Einwirkung von Wasserstoffgas ausgesetzt war. Die Operation dauerte 3 Stunden und während dieser ganzen Zeit entwickelte der Stahl beständig ammoniakalische Dämpfe und wahrscheinlich noch andere stickstoffhaltige basische Stoffe, deren Dampf einen Geruch wie verbranntes Horn besitzt. Der Theil der Schiene, welcher dem Einflusse des Wasserstoffs ausgesetzt war und seinen Stickstoff verloren hat, ist gänzlich entstählt, d. h. in Eisen verwandelt, welches äußerst dehnbar und sehr weich ist und keine Härtung mehr annimmt, wogegen der nicht von seinem Stickstoffgehalt befreite Theil der Schiene alle Charaktere des Stahls beibehalten hat. Bei dieser Umwandlung erleidet der Stahl einen Gewichtsverlust von ungefähr 1 Proz. Dieser Gewichtsverlust rührt wahrscheinlich von allen den Stoffen her, welche außer dem Eisen im Stahl enthalten sind, denn das Ammoniak nimmt die Kohlenstoffverbindungen in Form von Cyanammonium mit sich fort. Die Constitution des Stahls ist somit, wie der Verf. glaubt, sowohl synthetisch als analytisch unzweifelhaft festgestellt, man kann sagen, daß

Eisen in Stahl verwandelt wird, indem man es in Gegenwart von Kohlenstoff mit Stickstoff verbindet, und daß man es entstählt, indem man ihm durch Wasserstoff den Stickstoff entzieht.

Als eine Folgerung aus dem so eben erwähnten Versuche ergibt sich zunächst, daß man, um dem Stahl seine werthvollen Eigenschaften zu erhalten, ihn vor der Einwirkung von Stoffen, welche ihm den Stickstoff entziehen können, schützen muß. In Bezug auf die Anfertigung von Kanonen rc. aus Gußstahl wird man auf die Wirkung Rücksicht nehmen müssen, welche die beim Abbrennen des Pulvers entstehenden Gase auf den Stahl ausüben können. Es ist wahrscheinlich, daß verschiedene Stahlsorten den Stickstoff mehr oder weniger leicht abgeben; der Puddelstahl verliert ihn wahrscheinlich leichter als Cementstahl. Die Einwirkung des Wasserstoffs auf den Stahl muß ein weiches Eisen geben, welches gar keine Coercitivkraft besitzt und deshalb vielleicht zur Anfertigung gewisser magnetischer Apparate nützliche Anwendung finden kann.

Nachdem sich die Zersetzung des Stahls durch Wasserstoff herausgestellt hatte, schien es von Interesse, zu untersuchen, welche Modifikationen der Stahl bei der Einwirkung von Verbrennungsgasen erleiden würde, da er namentlich durch den Einfluß der Kohlensäure rasch seinen Kohlenstoff verliert und in den Zustand des stickstoffhaltigen Eisens (fer azote) übergeht; ein Ueberschuß von Kohlensäure würde das Metall gänzlich verbrennen. Alle Stahlarbeiter wissen, daß der Stahl unbrauchbar wird, daß er, wie man sagt, verbrennt, wenn man ihn zu lange der Einwirkung der Verbrennungsgase aussetzt; die Veränderung des Stahls rührt in diesem Falle offenbar von dem Einfluß der oxydirenden Stoffe her, welche den Kohlenstoff wegnehmen. Alle Vorschriften, den verbrannten Stahl wieder herzustellen, haben wahrscheinlich den Zweck, ihm den Kohlenstoff zurückzugeben, den die Gase ihm entzogen haben. Der Verf. glaubt jedoch, daß diese Restitution immer unvollständig bleibt und daß ein vollständig verbrannter Stahl nicht wieder hergestellt werden kann; er vermuthet auch, daß unter gewissen Bedingungen die Wärme allein ausreicht, eine physische Modifikation des Stahls hervorzubringen, welche durch Ablöschen in einem fetten Körper bis zu einem gewissen Grade wieder aufgehoben werden kann. Die Veränderungen, welche der Stahl beim Verbrennen, d. h. bei unvorsichtigem Erhitzen, erleidet, können also entweder von einer chemischen Zersetzung oder von einer physischen Modifikation des Stahls herrühren.

Der Verf. betrachtet nun die von der Praxis festgestellten That-

sachen, welche, wie er glaubt, seine Ansichten über die Constitution des Stahls bestätigen. Die Anhänger der alten Theorie der Stahlbildung, welche den Stahl noch als Kohlenstoffeisen betrachten, werden sagen, daß es unmöglich sei, die Bildung einer Stickstoffverbindung in einem Mittel, welches nur Eisen und Kohle enthalte, anzunehmen. Es läßt sich jedoch leicht nachweisen, daß das Eisen in dem Cementirkasten keineswegs blos kohlenden Einflüssen ausgesetzt ist, daß es nicht blos aus den Gasen, welche in den Kästen circuliren, sondern auch aus der in denselben enthaltenen Kohle selbst Stickstoff erhalten kann. Erst kürzlich hat Boussingault, welcher mehrere Jahre in Stahlwerken zugebracht hat, angeführt, daß der Stickstoff immer in die Cementirkästen eindringt und darin circulirt, daß er folglich sich mit dem Eisen verbinden kann. Die Versuche von Sounderson beweisen ebenfalls, daß die Cementation nur bei Gegenwart von Stickstoff leicht erfolgt. Auch die Beobachtungen von Caron über die rasche Stahlbildung mittels Cyanammonium und die Entstehung dieses Körpers in den Cementirkästen haben ergeben, daß der Cementstahl bei seiner Entstehung in einer ammoniakalischen, folglich stickstoffhaltigen Atmosphäre sich befindet. Die Gase und Dämpfe, welche in den Cementirkästen circuliren, können mithin die Verbindung des Eisens mit Stickstoff bewirken.

Es war zu untersuchen, ob das Eisen außer dem von der Luft gelieferten Stickstoff dieses Element auch noch aus den in den Cementirkästen enthaltenen festen Körpern erhalten könne. Der Verf. fand, daß die Kohle selbst ein sehr wirksames Agens für die Verbindung des Eisens mit Stickstoff werden kann. Wenn man einen stickstoffhaltigen organischen Körper glüht, so bleibt ein kohliger Rückstand, welcher immer Stickstoff enthält, wie aus der Ammoniakentwickelung bei der Erhitzung in Wasserstoffgas hervorgeht. Der Verf. fand, daß auch die Holzkohle, selbst nachdem sie lange calcinirt ist und man ihr durch Waschen mit einer Säure alles Alkali und alle etwa bereits vorhandenen Cyanverbindungen entzogen hat, bei der Behandlung mit Wasserstoff Ammoniak entwickelt. Die stickstoffhaltige Kohle, welche beim Calciniren der stickstoffhaltigen organischen Stoffe, wie namentlich der thierischen und selbst der vegetabilischen Gewebe zurückbleibt, kann durch langsame Verbrennung, wie sie in den Cementirkästen stattfindet, unter dem Einfluß von Wasserstoffgas oder Wasserdampf ihren Stickstoff in Form von Ammoniak entwickeln. Die stickstoffhaltige Kohle bildet sonach selbst für die Cementation eine Quelle von Stickstoff; ihre Zersetzung erfolgt mit

einer Langsamkeit, welche für die Operation günstig und vielleicht eine Bedingung für die gute Qualität des Produktes ist.

Die vorstehenden Thatsachen werden wahrscheinlich in der Industrie benutzt werden, und sind geeignet, manche in der Praxis angewendete Methoden aufzuklären. So sind alle organische Körper, welche rasch eine Stahlbildung hervorbringen können, wie Horn, Leder ꝛc., sehr stickstoffhaltige Substanzen. Die Ammoniakverbindungen können sogar, wie Paul Thenard gefunden hat, die ternären organischen Stoffe azotisiren. Der Nutzen des Stickstoffs in der Kohle erklärt auch die praktische Erfahrung, daß die Kohle der Cementirkästen, welche während einer gewissen Zeit benutzt worden ist, sich erschöpft hat und deshalb durch neue Kohle ersetzt werden muß. Die alte Theorie, welche ausschließlich dem Kohlenstoff eine Rolle bei der Stahlbildung beilegt, kann von dieser Erfahrung keine Rechenschaft geben; nach den Ideen des Verf. erklärt sie sich aber durch die Annahme, daß bei längerer Einwirkung wasserstoffhaltiger Körper auf die Kohle der Stickstoff derselben entzogen wird.

Der Stickstoff zur Stahlbildung wird dem Vorstehenden zufolge sowohl von der Luft, als von der Holzkohle selbst, welche immer stickstoffhaltig ist, geliefert. Es kann aber auch in dem Eisen selbst schon Stickstoff in sehr merklicher Quantität enthalten sein. Die reinsten Eisensorten, und diejenigen, welche mit Leichtigkeit in Stahl übergehen, sind gerade solche, welche Stickstoff enthalten. Der Verf. hat zuweilen eine merkliche Stahlbildung erlangt, indem er gewisse Eisensorten der Einwirkung von Terpentinöldampf aussetzte; es ergab sich dann aber stets, daß das Eisen hinreichend Stickstoff enthielt, um diese Erscheinung zu erklären. Diejenigen, welche den Einfluß des Stickstoffs deshalb läugnen sollten, weil unter Umständen durch einen blos kohlenden Körper eine Stahlbildung erlangt werden kann, würden hiernach einen großen Fehler begehen, denn das im Handel vorkommende Eisen enthält oft hinreichend Stickstoff, um durch bloße Aufnahme von Kohlenstoff in Stahl übergehen zu können. Ueberdies kann der Stickstoff bei der Stahlbildung auch durch ein anderes ihm chemisch ähnliches Element, z. B. Phosphor, ersetzt sein, wodurch Verbindungen entstehen, die man leicht mit dem normalen Stahl verwechseln kann.

Nachdem gezeigt ist, daß die Stahlbildung immer in Gegenwart von Stickstoff stattfindet, und der Einfluß dieses Körpers durch die Versuche im Laboratorium und durch Beobachtungen der Praxis nachgewiesen ist, erörtert der Verf. die Frage, wie der Stickstoff bei der

Stahlbildung wirkt. Seiner Ansicht nach ist die Wirkung des Stickstoffs eine doppelte; der Stickstoff verbindet sich nicht blos mit dem Eisen, sondern er macht dasselbe auch porös und dadurch zur Aufnahme des Kohlenstoffs geeignet. Wie früher gezeigt wurde, kann der Stickstoff des Ammoniaks in die Masse des Eisens eindringen und so das stickstoffhaltige Eisen bilden; dieser Körper wird bei Behandlung mit Wasserstoff reducirt und läßt dann das Metall in einem Zustande merkwürdiger Porosität zurück. Wenn das stickstoffhaltige Eisen in einem Strom von Kohlenwasserstoffgas erhitzt wird, so entsteht Stahl; in diesem Fall bleibt ein Theil des Stickstoffs mit dem Metall verbunden; der Kohlenstoff kann nun in die Poren eindringen, welche durch das Entweichen des andern Theils des Stickstoffs in Form von Ammoniak entstanden sind. Die Blasen, welche der rohe Cementstahl zeigt, erklären sich nach dieser Theorie leicht; sie rühren von den Gasen her, welche durch die Einwirkung der Kohlenwasserstoffverbindungen auf das Stickstoffeisen entstehen. Der Vorgang bei der Cementation ist hiernach folgender: Das Ammoniak erzeugt stickstoffhaltiges Eisen unter Freiwerden von Wasserstoff, welcher das Eisen porös macht; die Kohlenwasserstoffgase zersetzen dann das stickstoffhaltige Eisen, indem sie durch ihren Wasserstoff und ihren Kohlenstoff wirken; der Ueberschuß des Stickstoffs entwickelt sich in Form von Ammoniak oder Cyanammonium, wodurch die Porosität des Metalls noch vermehrt wird; der Kohlenstoff vereinigt sich mit dem übrigen Theil des Stickstoffs und bildet damit diejenige Verbindung, welche der wesentliche Bestandtheil des Stahls zu sein scheint.

Es ist nun noch in Betracht zu ziehen, ob der Stickstoff bei der Fabrikation des Stahls aus Roheisen auch einen so wichtigen Einfluß ausübt, wie bei der Cementation. In dieser Hinsicht ist vor Allem anzuführen, daß der durch Puddeln oder durch Frischen im Herd erzeugte Stahl ebenfalls Stickstoff enthält, wie man leicht finden kann, indem man solchen Stahl im gefeilten Zustande im Wasserstoffstrom erhitzt, wobei er Ammoniak entwickelt, oder indem man den stickstoffhaltigen Rückstand von der Auflösung des Stahls in einer Säure untersucht.*) Wenn der Stahl durch Frischen im

*) Wenn man die Gegenwart des Stickstoffs im Stahl mittels Wasserstoff nachweisen will, so muß man möglichst die Einflüsse vermeiden, welche das Ammoniak zersetzen können; man muß den Stickstoff auch in der durch Auflösen des Stahls in einer Säure erhaltenen Flüssigkeit, sowie in der bei dieser Auf-

Herd mittels Holzkohle, folglich unter Umständen, wo Cyanverbindungen in beträchtlicher Menge entstehen, erzeugt wird, kann die Verbindung des Eisens mit Stickstoff und seine Umwandlung in Stahl selbstverständlich leicht erfolgen. Im Puddelofen beruht die Stahlbildung wohl in manchen Fällen auf dem Stickstoff, welcher im Roheisen enthalten ist, vorzüglich aber auf der Einwirkung der stickstoffhaltigen Verbindungen, welche von dem Brennmaterial und der Luft geliefert werden.

Der Verf. betrachtet zuletzt die Frage, von welcher Beschaffenheit das Eisen sein muß, um überhaupt einen guten Stahl liefern zu können. Das Eisen hat zu gewissen Metalloiden eine besondere Verwandtschaft, welche andere Verbindungen ausschließt. Nach den Versuchen des Verf. wird man sich vergeblich bemühen, dem Eisen überschüssigen Kohlenstoff mitzutheilen und es in graues Roheisen zu verwandeln, wenn der Phosphor und der Schwefel mit dem Metall verbunden bleiben. Der Graphit, dessen Gegenwart das weiche Gußeisen charakterisirt, wird nicht erscheinen, so lange man nicht durch reinigende basische Schlacken den Phosphor und den Schwefel aus dem Eisen wegnimmt. Umgekehrt, wenn man graues Roheisen in einem Gestübbe, welches Schwefel und Phosphor liefert, erhitzt, so wird das Metall weiß und verliert seinen Ueberschuß an Kohlenstoff, welcher in großen Schuppen an der Oberfläche des geschmolzenen Metalls krystallisirt. Nur das Silicium, welches durch seine chemischen Eigenschaften dem Kohlenstoff ähnlich ist, kann zugleich mit diesem im grauen Roheisen existiren. Was so eben von der Ausschließung des Kohlenstoffs durch Phosphor und Schwefel gesagt ist, bezieht sich auch auf Stickstoff; es war dem Verf. unmöglich, den Stickstoff mit Eisen zu verbinden, welchem man vorher Schwefel oder Phosphor mitgetheilt hatte. Phosphor- und schwefelhaltiges Eisen ist hiernach zur Stahlbildung nicht geeignet; man begreift nun auch, daß im Hohöfen in der Regel kein Stahl entstehen kann. Der Cementstahl erster Qualität und der gute Puddelstahl können diesen Erfahrungen zufolge nur aus fast absolut reinen Produkten erzeugt werden; der Stickstoff kann seinen Einfluß auf die Stahlbildung nur auf ein Metall ausüben, welches ganz von Silicium und namentlich von Phosphor und Schwefel befreit ist.

Nachdem hervorgehoben ist, daß die Reinheit des Metalls die

---

lösung zurückbleibenden braunen Substanz suchen. Durch Erhitzen des Stahls mit Kalihydrat wird der Stickstoff ebenfalls als Ammoniak entwickelt.

wesentliche Bedingung der Bildung und der Beständigkeit des Stahls bildet, ist noch hinzuzufügen, daß gewisse Metalle die Qualität der Stahlsorten verbessern, wie man in der Praxis bereits seit langer Zeit weiß. Man wendet oft mit Vortheil das Mangan, das Nickel, das Titan, das Wolfram ꝛc. an; diese Metalle können, indem sie sich mit Eisen verbinden, zunächst die Eigenschaften des Stahls in nützlicher Art modificiren und wahre Legirungen bilden. Der Verf. wird aber bald zeigen, daß diejenigen Metalle, welche hauptsächlich die Stahlbildung zu begünstigen scheinen, solche sind, welche, wie Titan und Wolfram, mit Stickstoff beständige Verbindungen bilden; die Stahlsorten bilden, wie er bereits in seiner ersten Abhandlung angeführt hat, eine ganze Reihe von Körpern, in denen das Eisen mit stickstoffhaltigen Verbindungen, die Kohlenstoff oder andere Elemente enthalten können, vereinigt ist.

Nach einer späteren Mittheilung von Fremy erlangt man auch eine tiefe und regelmäßige Cementation, indem man Schmiedeeisen bei Rothglühhitze der Einwirkung von kohlensaurem Ammoniak aussetzt. Salmiak bewirkt bei Gegenwart von Kohle oder Leuchtgas ebenfalls die Stahlbildung. Wir kommen weiter unten, im 4. Kap., bei der Stahlfabrikation darauf zurück.

Fremy hat in einer weitern Abhandlung die von verschiedenen Seiten gegen seine Ansichten über die Zusammensetzung des Stahls ausgesprochenen Einwürfe zu widerlegen gesucht. Wir theilen daraus Folgendes mit.

Man hat aus dem Umstande, daß der Puddelstahl unter einer Schlackendecke, welche die Verbindung des Eisens mit dem Stickstoff der Ofenluft verhindert, entsteht, den Schluß gezogen, daß der Stickstoff zur Stahlbildung nicht nothwendig sei. Man hat dabei die bereits älteren Analysen, deren Richtigkeit der Verf. bestätigt fand, übersehen, welche beweisen, daß das Roheisen viel mehr Stickstoff enthält, als in dem Stahl bleiben muß. Schafhäutl hat bewiesen, daß gewisse Sorten von Roheisen $^{8}/_{1000}$ Stickstoff enthalten können, und dagegen in dem Gußstahl von Sheffield nur $^{1}/_{1000}$ bis $^{2}/_{1000}$ Stickstoff gefunden.

Wenn man weiß, daß die reine Kohle das Schmiedeeisen nicht in Stahl verwandelt, daß die wenig Stickstoff enthaltende Holzkohle dieß langsam thut, und daß cyanhaltige Körper, welche neben Kohlenstoff viel Stickstoff enthalten, dieß augenblicklich thun, wenn man andererseits erkennt, daß unter demselben kohlenden Einfluß die Stahlbildung der Quantität von Stickstoff, welche man in das Metall

einführt, proportional ist, so dürfte die Nützlichkeit des Stickstoffs für die Stahlbildung nicht zu bezweifeln sein. Es ist aber nicht zu übersehen, was der Verf. schon im vorigen Bande dieses Werkes, S. 71 ff., angeführt hat, daß es verschiedene Arten von Stahl gibt, in denen die constituirenden Elemente ganz oder zum Theil durch Körper, welche Analogie mit ihnen haben, ersetzt sein können.

Einige haben trockenes Wasserstoffgas über Stahl geleitet und dabei keine Entstählung erlangt. Andere haben die Entstählung durch Wasserstoffgas zu Stande gebracht, aber dabei fast gar kein Ammoniak erhalten. Diese beiden Resultate scheinen dem Verf. mit den von ihm gezogenen Schlüssen nicht in Widerspruch zu stehen. Es ist bekannt, daß das Ammoniak bei Rothglühhitze zersetzt wird, daß die ganz trockenen Gase oft ihre chemische Wirksamkeit verloren haben, und daß ein Körper nicht bei derselben Temperatur, welche ihn zersetzen würde, entstehen kann. Diejenigen, welche keine Entstählung erlangten, haben entweder ein durch vollständiges Trocknen unwirksam gewordenes Gas oder eine zu hohe Temperatur angewendet; bei denen, welche zwar eine Entstählung erlangten, aber fast gar kein Ammoniak erhielten, hatte dieß in dem letzteren Umstande seinen Grund. Der Verf. hat bei seinen Versuchen das Wasserstoffgas immer gereinigt, aber nicht mit der größten Sorgfalt getrocknet, weil ihm solches nicht nothwendig zu sein schien. Er hatte nämlich die Absicht, zu beweisen, daß bei der Entstählung durch den Wasserstoff der Stickstoff des Stahls sich in Form von Ammoniak entwickelt, es war ihm aber wohl bekannt, daß es ohnehin unmöglich sei, den Stickstoff wegzunehmen, ohne zugleich den Kohlenstoff zu entfernen; denn das Ammoniak, welches sich bei dem Versuch bildet, nimmt den Kohlenstoff als Cyanammonium mit sich fort. (Bei dem geringen Stickstoffgehalte des Stahls könnte aber doch nur ein kleiner Theil des Kohlenstoffs in Form von Cyanammonium fortgehen.) Diesen doppelten Vorgang hat der Verf. in einer früheren Abhandlung ausdrücken wollen, indem er anführte, daß der Stahl beim Erhitzen in Wasserstoffgas ungefähr 1 Prozent an Gewicht verlor.

Der Verf. hat sich bisher gehütet, quantitative Bestimmungen des im Stahl enthaltenen Stickstoffs zu geben, weil er glaubt, daß die bis jetzt angewendeten Methoden zur Bestimmung des Stickstoffs im Stahl nicht genau sind. Wenn aber auch vorläufig angenommen wird, daß der im Stahl enthaltene Stickstoff nur so wenig ausmacht, als man behauptet hat, so darf man doch nicht glauben, daß er deshalb auf die Eigenschaften des Stahls ohne Einfluß ist. Schon

durch unwägbare Quantitäten von Schwefel, die man in das gute schwedische Eisen bringt, wird dasselbe rothbrüchig gemacht; indem man dem Golde $^1/_{1000}$ Wismuth oder Blei hinzufügt, macht man es spröde wie Antimon. Spuren von Blei oder Zinn im Quecksilber modificiren alle Eigenschaften desselben. Man darf nicht vergessen, daß der Stahl nach den Analysen von Gay-Lussac 99,2 Proz. Eisen enthält, und daß man außerdem noch andere Körper, wie Phosphor, Silicium ꝛc., darin findet. Die wirklich Stahl bildenden Stoffe können hiernach überhaupt im Stahl nur in sehr geringer Menge enthalten sein. Der Verf. fordert die Chemiker, welche noch Zweifel über die Gegenwart einer stickstoffhaltigen Substanz im Stahl haben, auf, diese Substanz mittelst Chlorkupfer zu isoliren. Dabei erhält man einen organischen Körper, der beim Glühen mit Kalk reichlich Ammoniak entwickelt. Dieser Körper ist nach der Ansicht des Verf. wahrscheinlich das eigentliche Agens der Stahlbildung oder doch ein wesentliches Produkt der Zersetzung desselben.

Um den Einfluß des Stickstoffs bei der Stahlbildung zu beweisen, stellt der Verf. nachfolgenden Versuch an: Eine Schiene von reinem Eisen wurde in zwei Stücke von gleichem Gewicht zerschnitten und sodann eins dieser Stücke einige Stunden lang in der Hitze der Einwirkung von Ammoniakgas ausgesetzt. Die beiden Eisenstücke wurden darauf in dasselbe Porzellanrohr gebracht und bei Rothglühhitze der Einwirkung von gut gereinigtem Leuchtgas unterworfen. Das reine Eisen lag in dem Porzellanrohr vor dem stickstoffhaltigen Eisen, die ammoniakalischen Dämpfe konnten also nicht darauf wirken. Nachdem die Kohlung 3 Stunden lang fortgesetzt war, ergab sich bei der nachherigen Untersuchung der Produkte, daß das reine Eisen sich in sehr weiches Roheisen verwandelt hatte, während das stickstoffhaltige Eisen nicht ins Schmelzen gerathen war und sich tief in Stahl verwandelt hatte.

Der schon weiter oben genannte Caron hat ebenfalls über die Analyse und die chemische Constitution des Roheisens und des Stahls verschiedene Arbeiten ausgeführt, die in den Comptes rendus der französischen Akademie bekannt gemacht worden sind; wir entnehmen diese Arbeit aus dem Polytechn. Centralblatt, 1861, Nr. 7. — Die Bestimmung der Kohle und des Siliciums im Roheisen und Stahl ist keine leichte Operation, und Verfahrungsarten zur unmittelbaren Analyse dieser complicirten Produkte sind noch unbekannt; ihre wahre Natur dürfte sich jedoch nur durch Vergleichung der Resultate einer großen Anzahl von Analysen erklären

lassen. Der Verf. beabsichtigt im Folgenden einige Methoden mitzutheilen, deren er sich gegenwärtig bedient, und will hernach einige noch dunkel gebliebene Punkte aufzuklären suchen.

Mittelst eines von Deville entdeckten Verfahrens, welches schon seit langer Zeit im Laboratium der École normale angewendet wird, aber noch nicht veröffentlicht wurde, läßt sich die Kohle leicht aus dem Roheisen abscheiden. Leitet man nämlich gehörig gereinigte gasförmige Chlorwasserstoffsäure über Roheisen, welches in einem Platinschiffchen in einem zum Rothglühen erhitzten Porzellanrohr enthalten ist, so wird die Kohle von allen sie begleitenden Substanzen, welche sich von ihr als flüchtige Chloride absondern, isolirt; man muß aber die Chlorwasserstoffsäure vor ihrer Anwendung durch ein rothglühendes Porzellanrohr leiten, welches Löschkohlen oder leichte Kohlen enthält; denn wenn man diese Vorsichtsmaßregel vernachlässigt, so erhält man stets ein Gemenge von Kohle und Kieselerde. Dies führte den Verf. auf folgendes Verfahren zur quantitativen Bestimmung des Siliciums auf trockenem Wege.

Das Silicium bleibt als Kieselerde im Platinschiffchen zurück, wenn man beim vorhergehenden Verfahren die Chlorwasserstoffsäure durch ein Gemisch von Chlorwasserstoffsäure und atmosphärischer Luft ersetzt. Letztere zieht nach ihrem Austritt aus einem kleinen Gasometer gleichzeitig mit der gasförmigen Chlorwasserstoffsäure in eine kleine Waschflasche, welche eine gesättigte Auflösung dieser Säure enthält, und gelangt dann in das erwähnte Porzellanrohr. Es entwickelt sich Eisenchlorid und Kohlensäure, während Kieselerde zurückbleibt. Wenn das Roheisen Titan, Aluminium oder Calcium enthält, so bleiben die Oxyde oder Chloride dieser Metalle mit der Kieselerde zurück, von welcher man sie leicht trennen kann. Die Theorie dieser Operation ist so einfach, daß sie nicht erklärt zu werden braucht. Mittelst dieser Methode konnte der Verf. den Siliciumgehalt des Roheisens, des Stahls und des Stabeisens auf sichere Weise bestimmen; er fand ihn höher, als man gewöhnlich annimmt, und wird seine Resultate in einer besonderen Abhandlung zusammenstellen.

Was den Stickstoff betrifft, so ist er im Roheisen und im Stahl in zweierlei Zuständen enthalten, welche bisher der Beobachtung entgangen zu sein scheinen, weil Fremy in seiner neuesten (weiter oben mitgetheilten) Abhandlung derselben nicht erwähnt. Dieß veranlaßt den Verf. zu folgenden Bemerkungen über einige von Fremy's Resultaten.

Bekanntlich hat nach den Versuchen von Wöhler und Deville

der Stickstoff eine ganz besondere Verwandtschaft zum Silicium und zum Titan. Viele Roheisensorten enthalten das in den Hohöfen vorkommende Kohlenstickstofftitan; der Verf. ist überzeugt, daß auch das Silicium, allerdings nur zu einem sehr kleinen Theil, sich darin als Stickstoffsilicium befindet. Dies müßte die unmittelbare Analyse nachweisen, welche aber grade in dieser Hinsicht auf die größten Schwierigkeiten stößt; das Stickstofftitan und Stickstoffsilicium widerstehen nämlich den chemischen Agentien hartnäckig, aber in dem sehr zertheilten Zustande, in welchem sie von den kräftigen Reagentien zurückgelassen werden, womit man das Roheisen anzugreifen genöthigt ist, lassen sie sich leider auch etwas leichter angreifen. Der Verf. mußte daher ein indirektes Verfahren einschlagen, wenn sie nicht mit bloßem Auge oder unter dem Mikroskop sichtbar sind, wie manchmal das Stickstofftitan. Die Schwierigkeiten werden noch durch den Umstand vergrößert, daß das Roheisen nach dem Auflösen auch ein wenig Siliciumoxyd hinterläßt. (Man darf ferner nicht vergessen, daß der Wasserstoffgeruch beim Auflösen des Roheisens nach Wöhler's Beobachtung fast ausschließlich von Siliciumwasserstoff herrührt.)

Uebrigens ist das Vorkommen des Stickstoffs im Roheisen nicht so constant, wie Fremy anzunehmen scheint; denn R. F. Marchand folgerte aus seinen Versuchen, daß man sich über das Vorkommen des Stickstoffs im Roheisen und Stahl nicht mit Sicherheit aussprechen könne.

Was die braune, in Aetzkali lösliche kohlige Substanz betrifft, wovon Fremy spricht, so kannte Berzelius dieselbe vollkommen; er vergleicht sie mit der Ulminsäure, deren sämmtliche Eigenschaften er ihr mit einigem Grunde zuschreibt; er hatte darin also keinen Stickstoff gefunden, eben so wenig als in dem flüchtigen stinkenden Oel, das er als einen Kohlenwasserstoff betrachtet, welcher dieselbe Zusammensetzung wie das Steinöl zu haben scheint. Wenn diese braune Substanz mit dem Natron Ammoniak entwickelt, was nicht immer geschieht, so fragt es sich, ob dieser Stickstoff nicht von Titan herrührt, und hauptsächlich von Silicium, welches man darin constant antrifft.

Der Verf. glaubt auch nicht, daß man die Wirkung des Schwefels, des Phosphors und des Arseniks, welche allen Metallen, womit sie sich verbinden, die Eigenschaft ertheilen, spröde zu werden, in gleiche Kategorie bringen kann mit der Wirkung der Kohle auf die Gruppe der dem Eisen analogen Metalle. Nach seiner Ansicht

muß man annehmen, daß das durch die Kohle hart gewordene Roheisen sich wesentlich von den Metallen unterscheidet, welche durch die Metalloide (die sie alle ohne Unterschied verändern) spröde gemacht sind.

Wenn das Roheisen und der Stahl Stickstoff enthalten, so fragt es sich also, mit welchem ihrer zahlreichen Bestandtheile derselbe verbunden ist. Dieß ist die Frage, welche der Verf. sich gestellt hat und zu deren Prüfung er von folgenden Betrachtungen ausging: Das Eisen und die Kohle verbinden sich in reinem Zustande bei keiner Temperatur direkt mit dem Stickstoff; dagegen verbinden sich das Silicium und das Titan (dieses brennt im Stickstoff) direkt und sehr leicht mit dem Stickstoff; sollte also die geringe Menge von Stickstoff (Marchand fand den Stickstoffgehalt des Roheisens und des Stahls niemals größer als 0,02 Proz., meistens erheblich niedriger) nicht mit dem Silicium oder mit dem Titan verbunden sein? Der Verf. nimmt daher vorläufig an, daß man dem Stickstoffsilicium oder dem Kohlenstickstofftitan (welches in großer Menge in einigen Roheisensorten enthalten ist) das Vorkommen des Stickstoffs im kohligen Rückstande des Roheisens zuschreiben muß, wenn derselbe solchen enthält.

Bei der vorstehenden Besprechung des Roheisens und des Stahls hat der Verf. von dem blos cementirten Eisen ganz abgesehen. Diese eigenthümliche Stahlart könnte allerdings, wie Berzelius vermuthet hat, Paracyan enthalten. Nachdem sie geschmolzen worden ist, gehört sie in die Kategorie des Stahls, von welcher im Vorstehenden die Rede war.

Am Schlusse seiner folgenden Abhandlung über die Zusammensetzung des Stahls, die wir jedoch des Zusammenhanges wegen ebenfalls hier mittheilen, da sie zum Theil eine Wiederholung des bereits früher Gesagten enthält, faßt Fremy die Ansichten, zu denen er durch seine bisherigen Untersuchungen gelangt ist, folgendermaßen zusammen:

1. Es gibt keinen Stahl, welcher blos aus Eisen und Kohlenstoff bestände. Alle Stahlsorten, welche der Verf. untersuchte, enthalten Silicium, Phosphor, Mangan und eine kohlen- und stickstoffhaltige, in Kali zum Theil lösliche Substanz, welche durch ihre Zusammensetzung und alle ihre Eigenschaften vom Kohlenstoff verschieden ist. Man kann also nach der chemischen Analyse den Stahl nicht als eine bloße Verbindung von Kohlenstoff mit Eisen ansehen.

2. Man hat niemals durch Verbindung von reinem Eisen mit

reinem Kohlenstoff Stahl erzeugt. Es ist nämlich unmöglich, dem gewöhnlichen Eisen die stahlbildenden Elemente, welche es enthält, und welche, indem bei der Cementation Kohlenstoff hinzukommt, die Stahlbildung bewirken, zu entziehen. In allen Fällen, wo man Eisen durch reinen Kohlenstoff in Stahl zu verwandeln glaubte, hat man die in dem Eisen enthaltenen Stoffe und den Einfluß der unreinen Kohle, der Verbrennungsgase und selbst der Luft unbeachtet gelassen.

3. Um zu beweisen, daß der Kohlenstoff allein nicht in regelmäßiger Weise Eisen in Stahl verwandeln kann, genügt es, daran zu erinnern, daß schweres Kohlenwasserstoffgas keinen Stahl zu erzeugen vermag; dieses Gas liefert aber, indem es sich in der Hitze zersetzt, Kohlenstoff im status nascens und leichtes Kohlenwasserstoffgas, welche doch, wenn die bisherigen Ansichten richtig wären, die Stahlbildung bewirken müßten.

4. Nachdem der Verf. erkannt hatte, daß der Kohlenstoff nicht das einzige stahlbildende Element sein könne, wurde er zu der Ansicht geführt, daß der Stahl sich unter dem doppelten Einfluß des Kohlenstoffs und Stickstoffs oder unter der Einwirkung von Körpern, welche diesen ähnlich sind, bildet; der Kohlenstoff kann im Stahl durch Silicium oder Bor, der Stickstoff durch Phosphor ersetzt sein.

5. Diese Zusammensetzung des Stahls wird durch die Analyse bestätigt, welche in allen Stahlsorten die Gegenwart von Stickstoff und selbst die von Silicium und Phosphor nachweist.

6. Der Verf. glaubt dadurch, daß er die im Stahl enthaltene kohlenstoffhaltige Substanz isolirte, nachgewiesen zu haben, daß der im Stahl enthaltene Stickstoff ein wesentlicher Bestandtheil desselben ist und nicht in Form von Stickstofftitan sich darin befindet. Die aus dem Stahl abgeschiedene Substanz ist sehr stickstoffhaltig, giebt bei der Destillation ammoniakalische Dämpfe und verhält sich überhaupt wie eine stickstoffhaltige organische Substanz.

7. Wenn man den Stahl der Einwirkung von ganz trockenem Wasserstoffgas aussetzt, entzieht man ihm Spuren von Stickstoff, die dem Stahl nicht als wesentlicher Bestandtheil angehören, sondern wahrscheinlich als Stickstofftitan darin enthalten sind; der Stahl wird deshalb in diesem Falle auch nicht zersetzt. Wenn man aber den Wasserstoff unter den von dem Verf. beschriebenen Umständen auf den Stahl wirken läßt, so erlangt man eine vollständige Entstählung und der Stickstoff entwickelt sich als Ammoniak oder in Form

von theerartigen stickstoffhaltigen Verbindungen und Cyanammonium.

8. Alle in der Praxis üblichen Methoden, nach denen man das Eisen mit Cyanverbindungen, stickstoffhaltiger Kohle oder Ammoniaksalzen fast augenblicklich verstählen kann, bestätigen die Theorie des Verf. und zeigen die Nützlichkeit des Stickstoffs bei der Stahlbildung.

9. Das Schmiedeeisen unterscheidet sich von dem Stahl nur durch 0,3 Proz. stahlbildende Stoffe, welche es weniger enthält, als dieser. (Der Verf. nimmt hier an, daß das Schmiedeeisen 99,5 Proz. Eisen und 0,5 Proz. andere Stoffe, der Stahl dagegen 99,2 Proz. Eisen und 0,8 Proz. andere (stahlbildende) Stoffe enthält.) Die geringen Mengen Stickstoff, welche im Stahl gefunden wurden, stehen also mit der Quantität der kohlen- und stickstoffhaltigen Substanz, welche die Stahlbildung bedingt und demnach nur etwa 0,3 Proz. ausmachen kann.

10. Um die Unsicherheiten, welche die Analyse noch übrig ließ, zu beseitigen, veranstaltete der Verf. eine Reihe synthetischer Versuche, welche bewiesen, daß man, indem man Eisen in verschiedenem Grade mit Stickstoff und sodann mit Kohlenstoff verbindet, Stahlsorten erzeugt, deren Qualität je nach der Quantität Stickstoff, welche man dem Eisen vor der Kohlung mitgetheilt hatte, verschieden ist.

11. Der Verf. glaubt den Einfluß des Stickstoffs bei der Cementation außer Zweifel gesetzt zu haben, indem er gewöhnliches Schmiedeeisen durch bloße Einwirkung von Ammoniakgas in Stahl verwandelte. Die 0,5 Proz. fremde Körper, welche das Schmiedeeisen enthält, sind für die Umwandlung desselben in Stahl nicht ausreichend; wenn man aber Stickstoff hinzukommen läßt, so nimmt das Metall sofort das Korn und die Eigenschaften des Stahls an.

12. Man darf nicht übersehen, daß die Stoffe, welche außer dem Kohlenstoff und Stickstoff im Stahl enthalten sind, auch eine Rolle spielen. Phosphor und Silicium können in geringer Menge in den besten Stahlsorten vorhanden sein, weil sie dieselbe Rolle spielen, wie der Stickstoff und der Kohlenstoff. Andere Körper, wie Wolfram und Titan, welche Verwandtschaft zum Stickstoff haben, halten diese Elemente in dem Eisen zurück nnd können dadurch die Stahlbildung begünstigen. Gewisse Metalloide, wie Schwefel und Arsenik, sind immer nachtheilig und verhindern die Stahlbildung sich zu zeigen. Gewisse Metalle können die Härte des Stahls vergrößern.

Dem Vorstehenden fügen wir noch hinzu, was der Verf. in der Abhandlung über die Ersetzung des Kohlenstoffs und Stickstoffs im

Stahl durch andere Elemente anführt. Phosphor und Stickstoff spielen dieselbe Rolle; wenn ein Eisen phosphor- und stickstoffhaltig ist, so verwandelt eine ausschließlich kohlende Wirkung dasselbe alsbald in Stahl; da aber der Kohlenstoff im Ueberschuß alsbald dominirend wird und den Stahl in Gußeisen verwandelt, so wird man das im Handel vorkommende phosphor- oder stickstoffhaltige Eisen nie regelmäßig und dauernd dadurch in Stahl verwandeln können, daß man ausschließlich Kohlenstoff darauf wirken läßt. Wenn man aber das Eisen zuvor durch Ammoniak azotisirt, so vermeidet man die Bildung von Gußeisen, so lange noch ein Ueberschuß von Stickstoff im Eisen bleibt, und bringt so durch ein ausschließlich kohlendes Element regelmäßig Stahl hervor.

Kohlenstoff und Silicium können sich auch gegenseitig bei der Stahlbildung ersetzen. Wenn das Eisen eins von diesen beiden Elementen enthält, kann der Stickstoff allein in dem Metall die Charaktere des Stahls hervorrufen. Bekanntlich enthalten verschiedene Sorten von Schmiedeeisen, die mittels Holzkohle erzeugt sind und sich durch große Zähigkeit auszeichnen, einige Tausendstel Silicium. Dies ist z. B. bei den Eisensorten von Berri der Fall. Der Verf. hat sie in Ammoniakgas geglüht und bei dieser Behandlung, wobei das Eisen nur Stickstoff aufnehmen konnte, eine wirkliche Stahlbildung erlangt. Das siliciumhaltige Eisen verlor unter der Einwirkung des Ammoniak seine sehnige Textur und nahm ein Korn wie das des schönsten Blasenstahls an. Dieser siliciumhaltige Stahl läßt sich leicht schmieden; sein Korn wird beim Ausziehen dichter und er kann eine beträchtliche Härte annehmen; in seiner Coercitivkraft kommt er dem gewöhnlichen Stahl nahe. Der Verf. hat in gleicher Weise Eisen in Gegenwart einer Verbindung, die Bor liefern konnte, azotisirt, und so einen borhaltigen Stahl dargestellt, welcher einige Analogie mit dem siliciumhaltigen Stahl zeigt.

Caron führt an, daß, wenn man auch die ausnehmend kleine Menge Stickstoff, welche in Stahl gefunden wurde, als in allen Stahlsorten vorkommend annimmt, doch, bevor der Stahl als eine Verbindung von Eisen mit Kohlenstoff und Stickstoff angenommen werden könne, erst zu beweisen sei, daß ohne Stickstoff keine selbst unvollkommene Stahlbildung stattfindet. Dieser Beweis läßt sich nach ihm aber nicht führen, sondern er fand im Gegentheil, daß reines Eisen, welches zuvor im Wasserstoffstrom erhitzt war, durch eine verhältnißmäßig geringe Menge chemisch reines leichtes Kohlenwasserstoffgas in Stahl umgewandelt wurde. Er erhielt auf diese

Art Stäbe von sehr dehnbarem Stahl, die er ausschmiedete und auszog, die nach dem Härten brüchig wie Glas waren, der Feile vollständig widerstanden und mit gewöhnlichem Cementstahl die größte Aehnlichkeit hatten. Derselbe Versuch gelingt auch mit Leuchtgas und mit Terpentinöldampf. Fremy nimmt nun zwar die Gegenwart von Stickstoff im Eisen an, und behauptet, daß man immer mit stickstoffhaltigem Eisen operire, hat aber diese Behauptung nicht durch quantitative Analysen belegt, und wenn das Eisen stickstoffhaltig ist, so ist nicht einzusehen, warum es nicht durch Cementiren mit reiner Kohle in Stahl übergehen kann, was doch Fremy behauptet.

Ueber die Constitution des flüssigen Roheisens macht ein praktischer Hüttenmann, Herr B. Eyferth zu Zorge am Harz, in der Freiberger berg- und hüttenmännischen Zeitung, Nr. 14, vom Jahre 1861, recht interessante Bemerkungen, die wir hier um so eher mittheilen, da über diesen wichtigen Gegenstand immer noch getheilte Ansichten herrschen und jeder Beitrag zur Aufklärung desselben zum Ziele führen kann.

Man weiß, daß jedes weiße Roheisen durch Erhitzen in graues umgewandelt, daß das graue durch plötzliche Abkühlung, namentlich bei gleichzeitiger Einwirkung von Oxydationsmitteln, weiß wird, daß andere fremde Stoffe diese Verwandlungen also nicht bedingen, sondern nur begünstigen oder erschweren können. Wenn aber nur die hohe Temperatur das zersetzende Agens für das weiße Roheisen sein kann, ist es dann nicht unwahrscheinlich, daß die wirkliche Zersetzung erst beim Erstarren, also erst dann beginnen soll, wenn die Ursache derselben nicht mehr vorhanden ist? Karsten sagt, obwohl er wiederholt von Zersetzung des weißen Roheisens durch Erhitzen und Bildung des Graphits in der Hitze spricht, in seinem Handbuche der Eisenhüttenkunde ausdrücklich: „es ist nicht wahrscheinlich, daß in dem flüssigen grauen Roheisen Kohlenmetall in isolirtem Zustande (als Graphit) vorhanden wäre, weil sonst das graue Roheisen durch plötzliches Erstarren niemals weiß werden könnte.“ Dieser Schluß beruht, wie ersichtlich, auf der Voraussetzung, daß durch das Ablöschen der status quo des Roheisens fixirt werde. Bietet aber die heutige Chemie nicht Analogien genug für die entgegengesetzte Annahme, daß die durch Einwirkung der Hitze auf das weiße Roheisen bereits wirklich veränderte Atomgruppirung gerade beim ruhigen Erkalten bestehen bleibe? daß dagegen nach dem Wiedererkalten der durch Erhitzen zersetzten Verbindung auf die frühere, vor der Zersetzung vorhandene Temperatur eine von Außen ein-

wirkende kräftige Erregung der Atome — und plötzliche Abkühlung ist gewiß eine solche — auf die frühere dieser Temperatur entsprechende Verbindungsweise wieder regenerire? daß also die ganze Menge des Kohlenstoffs nur im flüssigen weißen Roheisen so gut wie im starren, in wirklich chemischer Verbindung mit dem Eisen sei, während sich ein Theil des Kohlenstoffs aus dieser Verbindung durch starkes Erhitzen ausgeschieden, im flüssigen grauen Roheisen als Graphit in einfacher Lösung befinde? Obige Ideen würden nur hohle Speculationen sein, wenn sie sich nicht durch triftige Gründe stützen ließen.

In der Schlacke vom übergaaren Gange des Hohofens, wie er namentlich beim Anblasen eines Ofens geführt zu werden pflegt, finden sich oft sehr beträchtliche Mengen von Graphit eingeschlossen, die nur im Ofen selbst vom flüssigen Eisen ausgestoßen sein können. Man findet oft größere Partien der Schlacke, abgesehen natürlich von der nach dem Abstechen des Ofens ausfließenden, damit durchzogen. Nehmen wir an, daß die Lösungsfähigkeit des Fe 8 C, welches nach Gurlt die Grundmasse des grauen Roheisens bildet, für die, aus dem mit Kohle gesättigten Fe 4 C, durch Erhitzen ausgeschiedene Menge des Kohlenstoffs nicht ausreicht, so erklärt sich dies Vorkommen von selbst. Zugleich erklärt sich dadurch, weshalb das Maximum des Kohlengehalts beim grauen Eisen niemals den Gehalt des Spiegeleisens erreicht, auch wenn beide gleiche Menge von Silicium enthalten. War das weiße Roheisen nicht mit Kohle gesättigt, so wäre der entgegengesetzte Fall nicht ausgeschlossen, daß das bereits grau gewordene Eisen außer dem dann in geringerer Menge ausgeschiedenen Graphit und dem reducirten Silicium auch noch nachträglich eine seiner Lösungscapacität entsprechende Menge Kohle auflösen könnte. Wenn das graue Gießereiroheisen so gaar ist, daß es beim Erstarren sehr viel Graphit auf die Oberfläche auswirft, so pflegen die Förmer dasselbe dadurch zu verbessern, daß sie es „ausrühren", d. h. in der Gießkelle nach Entfernung der Schlackendecke mit einem Stocke anhaltend durchrühren. Dabei scheidet sich eine erhebliche Menge Gaarschaum aus und steigt an die Oberfläche. Das Eisen, weit entfernt durch die hierbei unvermeidliche Abkühlung zu erstarren, wird vielmehr viel dünnflüssiger, als es vorher war, und bleibt in diesem Zustande längere Zeit — ein Zeichen, daß seine Erstarrungstemperatur gesunken ist. Das Gußstück erhält eine reinere Oberfläche und erscheint auf dem Bruche noch heller, als nach der Menge des ausgerührten

Graphits vermuthet werden sollte. Es ist also aus diesem Verhalten zu schließen, daß sich ein anderer Theil des freien Kohlenstoffs wieder mit Eisen verbunden hat.

Einen, wie der Verf. glaubt, überzeugenden Beweis für die verschiedene Bindungsweise des Kohlenstoffs in den beiden flüssigen Roheisenarten bietet das verschiedene Verhalten beider gegen metallisches Zinn, welches merkwürdigerweise bisher gar nicht beachtet zu sein scheint: flüssiges graues Roheisen wird durch metallisches Zinn zerlegt, weißes nicht.

Schmilzt man graues Roheisen im Graphittiegel ein, oder schöpft man flüssiges Gießereieisen aus dem Ofen und bringt sofort, ehe eine erhebliche Abkühlung stattgefunden, etwa 25 Proz. Zinn hinein, so erfolgt beim Durchrühren der Masse mit einem Stocke sogleich eine vollständige Zerlegung des Eisens. Die ganze Menge des gelösten Kohlenstoffs kommt als sehr lockerer voluminöser Graphit auf die Oberfläche und bleibt beim Ausgießen der endlich auch noch Flocken von Kieselerde abscheidenden Metallmasse in dem Gefäß zurück. Die ausgegossene Legirung ist sehr dünnflüssig, fest, aber spröde und gleicht auf dem Bruche den Legirungen von Blei mit Antimon und Arsen. Auf dem Boden des Gefäßes unter der erstaunlich großen Graphitmasse bleibt eine andere, zinnreichere Legirung zurück, auf deren Oberfläche meist ein Ueberzug von sehr feinem Graphitpulver haftet. Diese Legirung ist viel weicher als die vorige, aber auf dem Bruche heller. Hat man die Operation im Tiegel vorgenommen und läßt denselben nach dem Eintragen des Zinns unter öfterem Umrühren noch einige Zeit in der Hitze stehen, so vereinigen sich diese beiden Legirungen unter Ausscheidung des Siliciums zu einer einzigen außerordentlich dünnflüssigen Legirung, die oft noch nach dem Ausgießen Flocken von Kieselerde ausstößt und auf dem Bruche dem dichtesten Gußstahl gleicht. Hat man zuvor die beiden Legirungen durch Ausgießen der flüssigen getrennt, den Graphit entfernt und schmilzt dann erst beide Legirungen zusammen, so erhält man den größten Theil der Kieselerde nur mit dem Rest des der Metallmasse noch anhaftenden Graphits von der Hauptmasse des letzteren getrennt. Der Graphit bildet theils große hautartige Lappen, theils lose zusammenhängende schwammige Klumpen, theils einzelne kleine Lamellen. Letztere sind so innig mit Eisenkörnchen gemengt, daß sie häufig dem Magnete folgen und leicht zu der irrigen Vermuthung führen, daß man es mit dem jetzt längs aufgegebenen früheren Karsten'schen Polycarburet zu thun habe. Bei

mäßiger Vergrößerung aber sind die Eisenkörnchen genau zu erkennen. Die Kieselerde bildet theils ebenfalls häutige Schuppen, theils lose Flocken, theils feste schalenförmige Krusten oder sandiges Pulver. Die Legirungen enthalten, selbst nach öfterem Umschmelzen, noch den gebundenen Kohlenstoff des Roheisens, wie sich beim Auflösen derselben in Salzsäure schon durch den Geruch erkennen läßt. Das Zinn ersetzt also nur den gelösten Kohlenstoff, während es den gebundenen nicht abscheiden kann. Durch einen geringeren Zinnzusatz, etwa 10 Proz., wird auch ersterer nur zum Theil ausgeschieden. Ein anderer Theil bleibt in der Legirung, die, ebenfalls sehr dünnflüssig, auf dem Bruche von dem hellgrauen Roheisen kaum zu unterscheiden ist, sich feilen und wie ordinärer Stahl härten läßt. Bei sehr langsamer Abkühlung sondern sich die Graphitschuppen nesterweise von der weißeren Grundmasse ab. Beim Umschmelzen sämmtlicher oben erwähnten Legirungen bleibt, wenn der Luftzutritt nicht vollständig abgehalten wurde, jedesmal eine verbrannte Kruste von der äußeren Form der eingesetzten Stücke zurück.

Bei weißem Roheisen zeigte sich an den, allerdings bis jetzt nur wenigen, vom Verf. damit gemachten Proben nicht die Spur einer Kohlenausscheidung. Das Zinn wurde allerdings aufgenommen, es floß eine geringe Menge homogener Legirung in kleinen Kugeln von der Oberfläche der Schöpfkelle ab, die aus der größeren Metallmasse gegossenen Platten zersprangen beim Erkalten und ließen einen Theil des Zinns aussaigern, welches sodann in der Masse eingezogen schien, wie Wasser in Fließpapier.

Alle jene Legirungen verdienen gewiß näher studirt zu werden, und versprechen über die complicirten Verbindungsverhältnisse des Eisens mit Kohle, Silicium und andern Stoffen nähere Aufschlüsse geben zu können. Ob der durch Zinn aus flüssigem grauen Roheisen ausgeschiedene Graphit mit dem beim Erstarren übergaaren Eisens freiwillig ausgeworfenen ganz identisch sei, wird ebenfalls noch näher zu untersuchen sein. Als der Verf. Proben von beiden unter gleichen Umständen mit 20fachem Gewicht gaarer Frischschlacke in hessischen Tiegeln schmolz, wirkte die Schlacke auf den allerdings sehr grobblätterigen, freiwillig ausgeworfenen Graphit fast gar nicht. Die Menge desselben war nur wenig vermindert, seine Gestalt unverändert. Der andere dagegen war vollständig verschwunden, und statt seiner fand sich unter der fast durchsichtig gewordenen Schlacke, die natürlich in beiden Fällen die Tiegelwände zerfressen hatte, ein großer Regulus von Spiegeleisen.

Eine graphitartige Verbindung aus Roheisen bespricht F. C. Calbert in dem Polyt. Centralblatt 1861, Nr. 16; wir verweisen auf diese Arbeit.

Ueber verschiedene Verfahrungsarten, um den Stickstoff im Stahl, Roh- und Schmiedeeisen nachzuweisen, handelt Boussingault in dem Polytechn. Journal, Bd. 161, S. 362; auch auf diese Arbeit müssen wir verweisen.

Die direkte Bestimmung des Eisens im Roheisen, Stahl und Stabeisen bewirkt Dr. Friedrich Mohr, Polytechn. Journal, Bd. 159, S. 124, auf die folgende Weise: — Zur genauen Bestimmung des Eisens in den obengenannten Stoffen kann das gewöhnliche Titrirverfahren nicht benutzt werden, weil die dabei angewandten Flüssigkeiten zu concentrirt sind, und das Ablesen an der Bürette nicht scharf genug geschehen kann.

Man kann hier mit großem Nutzen die von Gay-Lussac beim Silber eingeführte Methode der constanten Mengen in Anwendung bringen. Beim gewöhnlichen Titrirverfahren werden wohl constante Mengen der rohen Substanz, von Gay-Lussac constante Mengen der zu bestimmenden Substanz angewendet. Das Wesentliche des Verfahrens besteht darin, daß die Probe in wandelbaren Mengen abgewogen wird, die etwas mehr als 1 Grm. der zu bestimmenden Substanz enthalten, daß aus dieser Flüssigkeit durch Hinzufügen von 100 K. C. einer titrirten Lösung 1 Grm. der zu bestimmenden Substanz weggeschafft, und nun der Rest durch sehr verdünnte Flüssigkeiten ausgemessen wird. Um dies zu können, muß man den Gehalt der Substanz an dem zu bestimmenden Körper schon voraus annähernd kennen, oder durch eine sogenannte Annäherungsanalyse mittelst des gewöhnlichen Titrirverfahrens ermitteln. Bei dem metallischen Eisen ist nun der Gehalt an reinem Eisen nicht so weit auseinander liegend, wie bei den Silberlegirungen, und man kann dadurch die Annäherungsanalyse gewöhnlich übergehen.

Es wird vorausgesetzt, daß man das Eisenoxydul durch doppeltchromsaures Kali und Betupfung eines Tropfen Kaliumeisencyanidlösung, bis diese keine blaue Farbe mehr gibt, bestimmen wolle.

Mohr zieht diese Methode der Bestimmung durch Chamäleonflüssigkeit vor, weil die Flüssigkeiten absolut haltbar sind, also keiner neuen Titerstellung bedürfen.

Die zu dieser Analyse nöthigen Mengen Substanz ergeben sich aus der folgenden Betrachtung.

Das Atomgewicht des Chroms zu 26,24 hat sich durch Versuche

als dem des Eisens zu 28 vollkommen äquivalent herausgestellt. Darnach ist das doppelt-chromsaure Kali = 147,59, und da dieses 3 At. Sauerstoff abgibt, so ist $1/3$ davon hinreichend 2 At. Eisenoxydul zu oxydiren. Es ist demnach 56 Eisen = 49,196 doppelt-chromsauren Kalis; folglich 1 Grm. Eisen = 0,8785 Grm. doppelt-chromsauren Kalis, welche es zu seiner Oxydation bedarf.

Man bereitet sich demnach eine Flüssigkeit, welche 8,785 Grm. reines doppelt-chromsaures Kali zu 1 Liter gelöst enthält. Diese Lösung würde die normale heißen.

Mißt man 100 K. C. derselben in einer Literflasche, und verdünnt dieselben zu 1 Liter, so hat man die Zehntel-Lösung des doppelt-chromsauren Kalis.

Von dem normalen ist 1 K. C. = 0,010 Grm. Eisen,
von der Zehntel-Lösung ist 1 K. C. = 0,001 " "
und da man an der Bürette Zehntel Kubik-Centimet. ablesen kann, so ginge die Schärfe bis auf 1 Zehntel Milligrm.

Man kann nun in zweierlei Weise verfahren.

1. Man wiege eine bezüglich auf den Kohlenstoffgehalt etwas höhere Probe von 1,030 bis 1,060 Grm. ab, löse sie in einer weiten und etwas langen (20 Millim. auf 200 Millim.), schief eingeklemmten Glasröhre in destillirter Schwefelsäure und Wasser auf, bis die zuletzt schwimmenden und weiß schäumenden Eisenpartikelchen gänzlich verschwunden sind. Die Auflösung von Gußeisen und größeren Stückchen Stahl ist eine sehr langweilige Arbeit, die Stunden in Anspruch nimmt. Man verkleinere also im Stahlmörser so viel man kann und gebe das grobe Pulver durch ein reines Messingsieb. Ein einziges grobes Stückchen verlängert die Zeit der Auflösung oft um eine Stunde. Den Inhalt der Glasröhre gieße man vorsichtig in ein Becherglas ab, und sehe nach ob Alles gelöst sei, und nach Befund bringe man etwas frische Schwefelsäure in die Röhre und vollende die Lösung.

Zu der Eisenlösung läßt man sogleich 100 K. C. der Normallösung hinzufließen. Es ist nun 1 Grm. höher oxydirt. Man bringe die Flüssigkeit unter die Bürette und vollende die Oxydation mit Zehntel-Lösung, bis der Kaliumeisencyanid-Tropfen damit keine blaue Färbung mehr erzeugt. Hatte man die Probe zu klein genommen, so wäre chromsaures Kali im Ueberschuß. Man kann die Probe dennoch in die Ordnung bringen, wenn man gewogene Mengen schwefelsaures Eisenoxydul-Ammoniak zusetzt; und da dieses Salz genau $1/7$ Eisen enthält, so wiege man 0,070 Grm. desselben oder

0,140 Grm. ab, welche = 0,010 oder 0,020 Grm. Eisen sind, und nachher abgezogen werden.

Es war ein feiner Eisendraht zu untersuchen. Unter der Voraussetzung, daß er mindestens 18 Proz. Eisen enthalte, wurde die Probe nach der Proportion

98 : 1,00 = 1,00 : 1,02

zu 1,02 Grm. abgewogen. Nach der Lösung wurden 15,3 K. C. Zehntel-Chromsaures Kali verbraucht. Diese sind = 15,3 Milligr. Eisen. Die Probe war unter der Voraussetzung von 98 Proz. oder 980 Milligr. abgewogen; es sind also darin enthalten

0,980
0,0153
zusammen 0,9953 Grm. Eisen

oder 99,53 Prozente.

Gußstahl von Krupp aus der Kanonengießerei zu Spandau wurden 1,02 Grm. (98 Proz. angenommen) abgewogen und 8,5 K. C. Zehntel-Lösung verbraucht. Es sind also

0,98
÷ 0,0085
0,9885 Grm. = 98,85 Proz. Eisen

darin enthalten.

2. Ein anderes etwas einfacheres Verfahren führt sich in der folgenden Weise aus. Bei der ersten Methode ist das muthmaßliche Schätzen und Berechnen der Probe nicht angenehm. Man nehme deshalb unter allen Umständen 1 Grm. Eisen, und setze 100 K. C. der normalen Chromlösung hinzu, so ist nun in jedem Falle chromsaures Kali im Ueberschuß, und dieses bestimmt man mit einer Zehntel-Eisenlösung. Löst man 7 Grm. schwefelsaures Eisenoxydul-Ammoniak (oder 3,5 Grm. zu 500 K. C., weil man keinen Vorrath haben will), in einer Literflasche, versetzt stark mit destillirter Schwefelsäure und füllt nun zu 1 Liter an, so hat man eine Flüssigkeit, von der jeder K. C. 1 Milligr. Eisen enthält. Mit dieser Flüssigkeit mißt man das überschüssige chromsaure Kali, wobei natürlich die Reaction die umgekehrte ist, und das Eintreten der blauen Farbe das Ende der Operation anzeigt. Die zugesetzten K. C. Zehntel-Eisenlösung sind Milligramme Eisen, die man von 1,000 einfach abzieht.

1 Grm. von dem obigen Eisendraht in Schwefelsäure gelöst, mit 100 K. C. Normallösung versetzt, erforderte 5,4 K. C. Zehntel-Eisenlösung. Es sind also

1,000
— 0,0054
0,9946 Grm. = 99,46 Proz. Eisen

darin enthalten.

Bei einer Wiederholung wurden 5,2 K. C. Zehntel-Eisenlösung verbraucht; dieß gibt 99,48 Proz. Eisen.

1 Grm. von dem Gußstahldrehspan der Spandauer Kanonengießerei erforderte 11,6 K. C. Zehntellösung, also

1,000
— 0,0116
0,9884 Grm. = 98,84 Proz. Eisen.

1 Grm. weißes Spiegeleisen erhielt 107,2 K. C. Eisenlösung, also

1,000
— 0,1072
0,8928 Grm. = 89,28 Proz. Eisen.

Zur Analyse des Roheisens bemerkt W. Weil in der Zeitschr. der deutschen Ingenieure, Sept. 1861, S. 224: — Eine wesentliche Schwierigkeit bei dieser Analyse bietet die Bestimmung des Kohlenstoffs. Es scheidet sich derselbe bei der Lösung des Eisens in Säuren zum Theil zwar als solcher ab, der chemisch gebundene Kohlenstoff jedoch entweicht, an den sich entwickelnden Wasserstoff tretend, mit diesem. Eine weitere Fehlerquelle liegt in dem Verfahren, zu welchem man genöthigt ist, das zur Analyse dienende Material durch Zerkleinern zur Lösung vorzubereiten; denn möge dasselbe im Mörser oder gar durch die Feile vorgenommen werden, stets gehen kleine Mengen von fremdem Eisen mit in das zu untersuchende ein.

Um diesen Uebelständen zu entgehen, hätte man einmal die Fähigkeit des Eisens, in Säuren sich zu lösen, zu erhöhen und andererseits die Ausscheidung des frei werdenden Wasserstoffs am Eisen selbst zu verhindern, wodurch die Bildung von Kohlenwasserstoff umgangen ist. Beiden Bedingungen wird entsprochen, wenn das Eisen, als positive Elektrode dienend, unter Mitwirkung des galvanischen Stroms in der Säure sich auflöst. Sämmtlicher Wasserstoff scheidet sich alsdann an der gegenüber stehenden, durch ein Platinblech gebildeten negativen Elektrode ab. Da bei Anwendung von Schwefelsäure als Lösungsmittel das Eisen hier unter dem Einflusse des galvanischen Stroms sehr bald passiv wird und der Wirkung der Säure sich entzieht, so ist in diesem Falle Chlorwasserstoffsäure vor-

zuziehen. Es geht so das Eisen als Chlorür in Lösung, so lange der galvanische Strom nicht zu stark ist, während bei größerer Stromstärke Eisenchlorid sich bildet, und mit ihm zugleich wahrscheinlich eine Verbindung von Chlor mit dem schon ausgeschiedenen Kohlenstoff, die in Lösung geht und ganz analag der Salzsäure durch den galvanischen Strom zerlegt wird unter Abscheidung von Kohle an der negativen Elektrode.

Es tritt in diesem Falle sehr bald eine Schwärzung dieser Elektrode ein, unter gleichzeitiger Bildung des flüchtigen charakteristisch riechenden Kohlenwasserstoffs. Um nun den hierdurch entstehenden Verlust an Kohlenstoff zu vermeiden, ist die Stromstärke durch weiteres oder geringeres Eintauchen der Platinelektrode so zu reguliren, daß nur Chlorür sich bilden kann; die Bildung von Chlorid ist sofort daran zu erkennen, daß die Fäden von concentrirter Eisenlösung, wie sie von dem in der Säure an einem Platindrahte hängenden Eisenstück herab sinken, gelblich gefärbt erscheinen.

Schon nach einigen Stunden gehen auf diese Weise mit Hülfe eines Bunsen'schen Elements 5 bis 6 Grm. Roheisen in Lösung unter Zurücklassung der Kohle ganz in der Form des angewandten Eisenstücks.

II. Eisenerze und deren Vor- und Aufbereitung.

Herr Carl von Mayrhofer, Hohofenverwalter zu Witkowitz in Mähren, macht in seinen trefflichen „Studien des Hohöfners" im Oesterr. Jahrbuche, Bd. X, S. 278 ff., sehr wichtige Bemerkungen über die Eisenerze, zu denen er auch alle Kunstprodukte, aus denen Roheisen gewonnen werden kann, rechnet; wir entnehmen aus dieser Arbeit das Nachstehende:

1. Magneteisenstein, natürliches Eisenoxydoxydul. Von diesem Erze kommen zwei Verbindungen, fast immer in ganz kleinen Krystallen neben einander und die zweite meistens stärker vertreten als die erste vor. Die erste besteht aus 1 Atom Eisenoxyd und 1 Atom Eisenoxydul, die zweite aus 4 At. des erstern und 3 At. des letztern. Beide enthalten rein 71 Proz. Eisen. Sie sind streng reducirbar und müssen deshalb gut geröstet, und des häufigen Kiesgehaltes wegen auch gut abgewittert und ausgelaugt werden.

2. Eisenglanz und Rotheisenstein enthält 69 Prozent Eisen, weniger Schwefel, aber häufiger Manganoxyd und hat nach seiner Dichtigkeit eine sehr verschiedene Reducirbarkeit. Der dichtere muß, der lockere soll geröstet werden.

3. Der Brauneisenstein kommt in zwei Verbindungen, die eine mit 1 At. Eisenoxyd und 1 At. Wasser, 62 Proz. Eisen enthaltend, und die andere mit 2 At. Eisenoxyd und 3 At. Wasser, 59 Proz. Eisen enthaltend, vor. Thonerdesilicate sind fast immer, Kiese nicht selten und Manganoxyde meistens vorhanden. In der Regel leicht reducirbar, soll des Wassergehaltes wegen aber geröstet werden.

4. Braunerze sind die Zersetzungsprodukte verschiedener Eisensteine und kommen meistens mit allerlei Erdarten vermengt, so wie mit 10 bis 20 Proz. Wassergehalt vor; eben so findet sich Manganoxyd und etwas Phosphorsäure. Der Eisengehalt ist nach der Reinheit verschieden. Im Allgemeinen sind sie leicht reducirbar und nur bei zersetzten Magnet- und Spatheisensteinen ist dieß nicht immer der Fall.

5. Raseneisenstein sind stets von Thonerdesilicaten, meistens auch von Manganoxyd und fast immer von Phosphorsäure begleitet und haben einen Wassergehalt von 8 bis 20 Proz. Ueber den Eisengehalt läßt sich nichts Bestimmtes sagen, weil er von der unbekannten Zusammensetzung des Eisenoxydes mit Wasser und von der Reinheit der Erze abhängt. — Obgleich man die Raseneisensteine meistens roh verschmilzt, so ist doch ein vorsichtiges Rösten und nachheriges Abwittern oder Auslaugen jedenfalls besser, indem dadurch die Erze reiner werden und auch etwas Phosphor verlieren.

6. Beim Spatheisenstein ist fast immer ein Theil des Eisenoxyduls durch Manganoxydul nach gewissen Verhältnissen vertreten und auch bei Kalk- und Talkerde ist dieß der Fall; der Eisengehalt beträgt 28 bis 47 Proz. Roh ist er schwer, gut geröstet und ausgewittert aber leicht reducirbar und gibt vortreffliches Roh- und Stabeisen; dieß ist auch bei dem Braunerz oder verwitterten Spatheisenstein der Fall. Durch das Rösten und Abliegen wird die Kohlensäure verflüchtigt und das Oxydul geht in Oxyd über. Der geröstete Spatheisenstein hat einen Eisengehalt von 43 bis 57 Proz.

7. Sphärosiderite und sphärosideritische Thoneisensteine sind unreine, häufig von mehr oder weniger vielen Silicaten begleitete Spatheisensteine. Sie sind streng reducirbar und müssen daher gut geröstet werden und abliegen, wobei sie 18 bis 30 Proz. Kohlensäure und Wasser verlieren. Das Rösten ist auch wegen des beigemengten Kieses und Gypses erforderlich, und zweckmäßig ist es, die abgerösteten Erze noch heiß mit Wasser abzulöschen, wodurch sie in einer Stunde stärker aufgeschlossen werden, als dieß unter andern Umständen im Verlauf mehrer Monate möglich ist. — Der Eisen-

gehalt ist sehr verschieden; die sehr armen und an Kieselerde reichen werden mit sehr basischen Erzen gattirt.

8. Kohleneisenstein (Blackband) ist ein sphärosideritischer, mit etwas Kohle vermengter Thoneisenstein, der immer geröstet wird und zwar gewöhnlich in offenen Meilern, wobei die beigemengte Kohle meistens als Brennmaterial hinreicht. Ist der Kohlengehalt zu groß, so röstet man ihn mit andern Erzen zusammen. Der Eisengehalt beträgt im rohen Erz etwa 40 und im gerösteten 70 Proz. Beim Verschmelzen dieses Erzes ist zu berücksichtigen, daß es häufig sehr thonerdehaltig ist, wodurch leicht ein schlechter Ofengang und schlechtes Eisen entstehen, wenn die Beschickung nicht darnach eingerichtet wird.

9. Die Kieseleisensteine sind entweder natürliches kieselsaures Eisenoxydul oder Oxyd, von denen letzteres nur geringen Eisengehalt hat. Sie sind strengflüssig und müssen geröstet werden.

10. Die Schlacken vom alten Stückofenbetrieb sind ein künstliches kieselsaures Eisenoxydul-Subsilicat, kommen fast nie rein vor und sind sehr strengflüssig, so daß sie vor dem Zuschlagen geröstet werden müssen.

11. Die Frischfeuerschlacken sind ebenfalls künstliches kieselsaures Eisenoxydul-Subsilicat, jedoch von minder schwankendem Eisengehalt, als die vorhergehenden, indem er 40 bis 60 Prozent beträgt. Es sind diese Schlacken schwer reducirbar und können durch Röstung wohl etwas, aber nicht genügend aufgeschlossen werden.

12. Puddelofenschlacken haben dieselbe Zusammensetzung als die vorhergehenden, einen durchschnittlichen Eisengehalt von 55 Proz., sind nebst den Schweißofenschlacken das am strengsten reducirbare Erz, und können auch durch Rösten und Abwittern nicht aufgeschlossen werden.

13. Schweißofenschlacken haben ebenfalls die obige Zusammensetzung, sind ziemlich rein und enthalten selten unter 60 Proz. Eisen; sie sind noch schwieriger reducirbar als die Puddelschlacken.

14. Glühspan, Hammerschlag und Walzensinter sind Verbindungen von Eisenoxyd mit Eisenoxydul in unbestimmten, aber doch engbegränzten Verhältnissen. Sollen dieselben im Hohofen verschmolzen werden, so ist es am besten, sie der Feuchtigkeit auszusetzen, damit sie verrosten und auf diese Weise Knollen bilden, die nicht so leicht vom Wind als Gichtsand zur Gicht hinausgeführt werden können. Ist die Verrostung beendigt, dann hat man Eisenoxydhydrat.

Walzensinter muß vor seiner Benutzung möglichst vom Sande befreit werden.

15. Bohr- und Drehspäne von Gußeisen werden wie der Glühspan behandelt und verwendet.

16. Brucheisen von den Gießereien und sogen. Brucheisen von den Abstichen wird meistens in kleinen Quantitäten der Beschickung zugesetzt. Muß bei starken Hohofengießereien viel Brucheisen aufgegeben werden, so muß man dabei auf das Brennmaterialquantum Rücksicht nehmen. Größere Stücke sollen nur in größern Zwischenräumen aufgegeben werden.

17. Schmiedeeisenabfälle dürfen nur in sehr geringen Mengen den Erzgichten beigegeben werden, da sie nur weich werden und im Obergestell und in der Rast Versetzungen bilden.

Auch über das Probiren und die Aufbereitung der Erze macht Hr. v. Mayrhofer, S. 292 und 300, höchst wichtige und interessante Bemerkungen, auf welche wir unsere Leser aber nur verweisen können, da selbst ihre auszugsweise Mittheilung uns hier zu weit führen würde.

Eine Vorrichtung zum Schlämmen von Eisensteinen auf der Grube Cornelia bei Stolberg beschreibt der Hütteningenieur Thelen in Aachen, mit Hülfe von Abbildungen in der Freiberger Zeitung, 1861, Nr. 40; wir theilen in dem Nachstehenden die Beschreibung dieser in ähnlichen Fällen sehr nachahmenswerthen Vorrichtung mit, die übrigens bereits auf S. 85 des 4. Bandes von diesem Werke erwähnt ist:

Auf der Grube Cornelia bricht thoniger, ochriger Gelbeisenstein, selten dichter glaskopfartiger Brauneisenstein, über dem Kohlenkalke und an diesen gebunden. Das Hangende bilden Kohlenschiefer, theilweise auch zerriebene Schiefer, schwarzer Thon und zuletzt buntgefärbte Thone und Letten. Die Ablagerung ist nester-, lager- und stockwerksartig, je nach den Kohlenlagern, welche sich manchmal so überstürzen, daß die Schiefer sich im Liegenden, die Kalke im Hangenden befinden, wodurch gewöhnlich bedeutende Eisensteinnester stockwerksweise gebildet werden. Das geförderte Haufwerk, aus Stücken bis zum kleinsten Korn bestehend, so wie aus eisenhaltigen Thonen (Eisenocher) und aus tauben Letten und Lehm (schiefrige Theile werden schon in der Grube abgeschieden), wird, nachdem die größten Stücke schon während der Förderung ausgeklaubt sind, gewaschen, um die feinen, thonigen und lettigen Theile zu entfernen, die dem

Hohofengange überaus nachtheilig sind. Die Waschvorrichtung ist nun folgende:

Der Eisenstein wird in den niedrigen, cylindrischen Rührherd A, Fig. 1 und 2, Taf. II gestürzt und mit der Schaufel etwas zertheilt. Schon während des Einbringens des Haufwerks wurde durch Aufziehen des Schutzes in dem Wasserlaufe B B Wasser eingelassen. Ueber dem Rührherde, um dessen vertikale Axe drehbar, liegt ein Balken C, an seinen Enden durch Rollen oder kleine Räder, die auf dem Rande des Herdes laufen, gestützt. An einem Ende ist ein schwächerer Balken D angebracht, der als Zughebel dient, durch welchen ein Pferd den Umtrieb der Maschine besorgt. Die an dem Balken C C befestigten eisernen Schuhe c c und schräg gestellten Schaufeln d d zertheilen das Haufwerk, so daß das Wasser alle Theile berühren und den Thon abspülen kann. Ist der Eisenstein hiervon befreit, was nach 15—20 Minuten geschehen ist, so werden vermittelst der Hebel e e die Klappen EE_1, die sich im Boden des Rührherdes befinden, aufgezogen, das Haufwerk fällt auf die schiefe Ebene K K (Fig. 2, 3), theils durch die Umdrehung des Balkens C C selbst, theils indem es ein Arbeiter, auf dem Balken stehend, mit einem breiten Streichbrette während der Umdrehung dorthin schiebt. Hier bleibt es an der Wand N N liegen, bis der Arbeiter die Thüren oder Schützen O O (Fig. 3) öffnet, und fällt dann auf den Rost PP_1. Die gröberen Stücke bleiben hier liegen, und werden abgehoben; die feineren mit den schlammigen Wassern gehen durch den Rost unter die Bühne M M und in die Gräben $QQ, Q_1 Q_1$; wo sich die Stücke niedersetzen, indem der Strom durch die Scheider e e e e aufgehalten wird, und von Zeit zu Zeit ausgehoben werden. Daß das Erz die schiefe Ebene herabfallen kann und die noch anhaftenden Thontheilchen vollständig entfernt werden, dient das System von Wasserläufen F G H I L. Der Lauf F F geht von B B ab, theilt sich in GG_1; sind mehrere Rührherde vorhanden, so wird er weiter zum nächsten geführt. Zwischen G und G_1 wird von beiden die Rinne H mit Wasser versehen, das man durch die geneigte Rinne I langsam auf die schiefe Ebene träufeln läßt und so das Niederrutschen des Eisensteins auf derselben begünstiget. Ferner gehen von G und G_1 die vertikalen Rinnen L und L_1 (Fig. 2 und 3) ab, durch welche Wasser ebenfalls nicht in starkem Strome, sondern tropfenweise, aber ununterbrochen auf die Roste P und P_1 fällt, das den hier liegenden Eisenstein abspült. Die schlammigen Wasser werden aus den Gräben in tief ausgegrabene Klärsümpfe geleitet, wo sich die eisenhalti-

gen Thontheile niederschlagen, die von Zeit zu Zeit ausgestochen, zu Ziegeln geformt und gebrannt werden, und so ein reiches Erz von 40 bis 43 Prozent liefern. Die ganze Vorrichtung ist auf die angegebene Weise durch Pfahl- und Mauerwerk leicht gestützt. Der Eisenstein wird auf diese Weise so rein gewaschen, als es nur irgend für den Hohofenbetrieb wünschenswerth ist. Die 12stündige Leistung zweier Rührherde beträgt etwa 500 Ctr. Eisenstein; jedoch variirt dieselbe je nach der Beschaffenheit des Erzes: denn körniges Erz wird schneller gewaschen werden, als sehr ocheriges. Die Kosten für 500 Ctr., d. h. die Leistung eines Tages sind folgende:

Arbeitslöhne für 7 Mann, 6 à 15 Sgr., 1 Mann à 1 Thlr.	4 Thlr. — Sgr.
tägliche Unterhaltung zweier Pferde . .	1 " 20 "
	5 Thlr. 20 Sgr.

Die Leistung steigert sich mit der Anzahl der Arbeiter in der Art, daß 10 Mann 1000 Ctr., 13 Mann 1500 Ctr. Eisenstein in zwei Herden verwaschen können.

Beim Brennen der Ziegel, welche 3 Zoll stark, 9 Zoll lang und 4 Zoll breit sind, kostet das Formen von 1000 Stück à 5 Pfd. 1 Thlr. 10 Sgr.

Der Brennmaterialverbrauch ist 350 Pfd. Steinkohlen auf 1000 Stück, welche jedoch nicht der Ziegelbrenner, welcher die Arbeit im Accord hat, sondern die Gesellschaft zu stellen hat, so daß jene 1 Thlr. 10 Sgr. für das Ausfahren aus den Sümpfen, das Formen der Ziegel und Aufschichten und Warten der Haufen bezahlt werden.

Die eigenthümliche Aufbereitung des kupfer- und schwefelkieshaltigen Magneteisensteins zu Traversella in Ober-Italien beschreibt mit Hülfe von Abbildungen Dr. Bernoulli zu Berlin in der Preuß. Zeitschrift, Bd. IX, Abth. 13, S. 171; wir entnehmen daraus Nachstehendes: — Nördlich von Turin liegt in einem Seitenthale der Chiusella, unweit Aosta, der durch seine Mineralien berühmte Flecken von Traversella. Das ganze Gebiet, vom Abfall des Gebirges an aufwärts, zeigt einen steten Wechsel metamorphischer Gesteine: Talk-, Chlorit- und Glimmerschiefer sind vorherrschend und nur zuweilen bezeichnen schärfer hervortretende Felsklippen das Auftreten eines feinkörnigen Syenitgranits, welcher die Erzlagerstätte begrenzt, die seit langen Jahren der Gegenstand eines ausgedehnten Bergbaues ist. Die Haupterstreckung dieser Erzlagerstätte ist ziemlich parallel mit dem oft nur 100 Fuß breiten Aufbruchsthal von S.-O. nach N.-W. (Stunde 10), mit einem Ein-

fallen von 50 bis 60 Grad gegen S.-W. In streichender Richtung soll die Lagerstätte, so weit sie durch die Baue der Alten bekannt ist, sich fast 9 Meilen weit erstrecken, und in seigerer Richtung kennt man sie bis auf eine Teufe von 500 Fuß. Das Aushalten der Mächtigkeit, welche bis auf 90 Fuß steigt, verleiht der Lagerstätte das Ansehen eines Ganges, der sich sowohl nach N.-W. als nach S.-O. im Fortstreichen gabelt.

Die Ausfüllung dieser Lagerstätte besteht im Wesentlichen aus dichtem Magneteisenstein, in welchem theils in Drusen, theils in drusenartigen Streifen, theils derb eingesprengt, mehre ausgezeichnete Mineralien auftreten. In den Streifen, die oft auf Längen von 8 bis 10 Lachtern dem Hangenden und Liegenden parallel laufen, finden sich besonders häufig Kupferkies, der auch mit Schwefelkies innig gemengt, in größern Nieren und zahllosen kleinen Punkten im Magneteisenstein auf größern Strecken eingesprengt erscheint und das bei Weitem am meisten in Betracht zu ziehende Mineral ist.

Der auf dieser Lagerstätte umgehende Bergbau stammt aus den frühesten Zeiten des römischen Kaiserreichs und es wurden nur diejenigen Theile der Lagerstätte gebauet, welche sich als die reinsten, namentlich von Schwefel- und Kupferkies freiesten erwiesen, um ein möglichst gutes Eisen darstellen zu können. Auch jetzt noch wird ein unregelmäßiger Bau geführt, obgleich derselbe, bei veränderten Besitzverhältnissen und unter Einwirkung des neuen sardinischen Berggesetzes von 1859, nach und nach in einen regelmäßigen verwandelt werden wird.

Während bei der großen Ausdehnung der Lagerstätte trotz des unverantwortlichen Raubbaues in frühern Zeiten lange Jahre hindurch 80000 bis 100000 Ctr. des reinsten Magneteisensteins jährlich gewonnen wurden und man die schwefel- und kupferkieshaltigen Erze sorgfältig vermied, stellte sich doch allmählig das Bedürfniß heraus, durch diese zu verwerthen, zumal sich die Lagerstätte aufwärts von Traversella so kupferreich zeigt, daß der Magneteisenstein in den Eisenhütten nicht verschmolzen werden kann, während die Kupfererze nicht reich genug sind, um die Erze auf dieses Metall allein zu Gute machen zu können. Man war daher in Gefahr, den Bergbau einstellen zu müssen, wenn nicht auf irgend eine Weise, sei es auf chemischem oder auf mechanischem Wege, der Schwefelgehalt des Erzes entfernt werden konnte. Die Aufgabe hat Prof. Stella in Turin mittelst einer Maschine gelöst, von der wir einen Begriff zu

geben versuchen wollen. Dieselbe macht nicht allein den Magneteisenstein vollkommen schwefelfrei, sondern erlaubt auch die Zugutemachung das denselben begleitenden Kupfers.

Die geförderten Erze werden zuvörderst einer Handscheidung unterworfen und dabei in drei Classen getheilt: 1. reine Magneteisensteine ohne geschwefelte Metalle; 2. reine geschwefelte Metalle mit Gangart, und 3. Gemenge von Magneteisenstein, geschwefelten Metallen und Gangart.

Wir haben es hier nur mit den Erzen der dritten Classe zu thun, die in zwei Classen geschieden werden, bestehend: 1. aus einem Gemenge von etwa 50 Prozent Gangart, 25 Proz. Magneteisenstein und 25 Proz. geschwefelten Metallen mit einem Kupfergehalt von 2 bis 4 Proz.; 2. fast nur aus Magneteisenstein mit fein eingesprengten geschwefelten Metallen und einem Kupfergehalt von 2½ bis 4 Proz. — Der Unterschied in der Aufbereitung dieser beiden Sorten besteht nur darin, daß die erstere vor der weitern Verarbeitung, zur Entfernung der anhängenden Gebirgsarten, noch verwaschen wird. Nachdem dies geschehen, hat man also ein Gemenge von Magneteisenstein, Schwefel- und Kupferkies, welches zu trennen die Aufgabe war.

Bei dem geringen Unterschiede des specifischen Gewichtes des Magneteisensteins und des Schwefelkieses war eine Aufbereitung nach den gewöhnlichen Prinzipien nicht möglich, und es wurde daher eine Maschine construirt, deren Prinzip darin besteht, daß weiche Eisenstäbe, welche durch elektrische Ströme zeitweise magnetisch gemacht werden, den Magneteisenstein aus den fein gepulverten Erzen herausziehen, während die geschwefelten Metalle und etwa noch vorhandenen Gangarten liegen bleiben. Die Maschine besteht aus einem, auf einer horizontalen Welle befestigten hölzernen Rade von 19 Zoll Durchmesser, auf welchem drei abwechselnde Reihen von je 18 Elektromagneten stehen, die durch 1 Zoll dicke, 5 Zoll breite und 6 Zoll hohe, mit isolirtem Kupferdraht spiralförmig umwickelte Kerne von weichem Eisen gebildet werden. Die Kupferdrahtspiralen sind oben und unten mit Messingplatten versehen, welche die Eisenkerne nach außen ⅜ Zoll weit frei stehen lassen, so daß sich die angezogenen Magneteisensteintheilchen festsetzen können. Dicht unter diesem Rade läuft über die hölzernen Walzen ein 14 Zoll breites Tuch ohne Ende; die Bewegung desselben wird von der Riemenscheibe aus bewirkt. Ueber dem Tuch befindet sich ein Zuführungsbehälter, der mit einer durch einen Schieber zu vergrößernden und zu verkleinernden Oeffnung versehen ist. In einem auf der andern Seite des

Gerüstes angebrachten befindet sich ein Apparat zum Einleiten und Unterbrechen des elektrischen Stroms.

Die Maschine arbeitet in folgender Weise: Durch die auf der Welle des Rades befindliche Riemscheibe wird dieses Rad mit den Elektromagneten und das Zuführtuch bewegt. Darauf öffnet man mittelst des Schiebers die untere Oeffnung des Zuführbehälters, in welchem sich das Erz in höchstens ½ Linie großen Körnern befindet, so daß dieses auf das Tuch in einem 4 Zoll breiten und je nach der Größe der Oeffnung dicken Streifen fällt und dem rotirenden Elektromagneten-Rade zugeführt wird. Der elektrische Strom wird nun durch die Steuerungstrommel so eingeleitet, daß die Eisenkerne stets in dem Augenblick magnetisch werden, wo sie dicht über dem unten vorbeigeführten Erz stehen und daß sie so lange Magnete bleiben, bis die vier nächstfolgenden ihrer Reihe den tiefsten Punkt passirt haben. Sobald einer der Elektromagnete den tiefsten Punkt erreicht, zieht er aus dem unter ihm befindlichen Erz die Magneteisenstein-Theilchen an und hält sie so lange fest, bis er in eine gewisse Stellung gekommen ist. In diesem Augenblicke wird der elektrische Strom unterbrochen, der Eisenkern verliert seinen Magnetismus und das aufgehobene Eisenerz fällt über eine schiefe Ebene in einen dazu aufgestellten Behälter. Uebrigens verweisen wir auf unsere durch Abbildungen erläuterte Quelle.

III. Röstung.

Ein verbesserter Ofen zum Rösten schwefelhaltiger Eisenerze unter Zutritt von Wasserdämpfen ist von Hrn. Ihne in der Schlesischen Wochenschrift, 1861, Nr. 35, wie folgt beschrieben: — Bekanntlich kann eine vollkommene Röstung schwefelhaltiger Eisenerze, wobei eine Verflüchtigung des beigemengten Schwefels natürlich Hauptbedingung ist, nur in solchen Oefen ausgeführt werden, in denen die glühenden Erzmassen Wasserdämpfe und atmosphärische Luft zugeführt erhalten. Man ist dabei von der Thatsache ausgegangen, daß Schwefeleisen unter dem Einflusse von Wasserdämpfen zu Eisenoxydul reducirt wird und sich Schwefelwasserstoff entwickelt, welches bei Zutritt einer genügenden Menge atmosphärischer Luft sogleich verbrennt und als dem Eisenerz unschädliche schwefelige Säure durch die Gicht entweicht.

Die von dem Generalintendanten der Bergwerke in Finnland, von Nordenskjöld, construirten und in Finnland, am Ural, in Schweden und Norwegen, auch am Harz angewendeten Oefen zum

Rösten und Entschwefeln von Eisenerzen sind als bekannt vorauszusetzen. Sie haben überall sehr günstige Resultate gegeben.

Dennoch ist ihre Einrichtung mangelhaft und wesentlicher Verbesserungen fähig. Namentlich trifft dies die Einführung der Wasserdämpfe und einige Punkte der Ofenconstruction. Die erstere geschieht bekanntlich vermittelst eines horizontal über der Firste der sogen. Schweinsrücken gelegten, eisernen, mit Löchern versehenen Rohres, welches durch ein überstehendes gußeisernes Dach vor dem Hereinfallen kleiner Erzstücke und Verstopfen der Löcher geschützt ist.

Hierbei treffen die ausströmenden Dämpfe nun wohl die dem Rohre zunächstliegenden Erzmassen, entweichen dann aber bald durch die Gicht, ohne mit der ganzen Füllung des Ofens in Berührung zu kommen. Eine unvollständige, ungleichartige Röstung und das Verbleiben einer gewissen, oft noch sehr bedeutenden Menge von Schwefel und Schwefeleisen ist die nothwendige Folge hiervon.

Herr Ihne schlägt daher für stark mit Schwefel- oder Wasserkies verunreinigte Eisenerze einen Röstofen vor, der in Fig. 4 bis 8, Taf. II abgebildet worden ist und der mit Hülfe derselben beschrieben werden soll.

Fig. 4 ist ein senkrechter Durchschnitt von dem Ofen.

Fig. 5 ist ein horizontaler Durchschnitt nach AB, Fig. 4.

Fig. 6, 7 und 8 betreffen einzelne Theile des Ofens.

Statt des horizontalen, mit 16 Löchern zum Ausströmen des Dampfes versehenen Rohres, wendet Herr Ihne einen hohlen eisernen Kegel von 10 bis 12 Zoll Grundflächen-Durchmesser und 18 bis 20 Zoll Höhe an, der zum Auslassen der Dämpfe eine große Menge ganz kleiner Löcher besitzt. Dieser Kegel wird von drei hohlen dachförmigen, gußeisernen Armen getragen und befindet sich in einer Höhe des Ofens, wo die Einwirkung der Wasserdämpfe am vortheilhaftesten beginnen kann. Es liegt auf der Hand, daß hierdurch, in Verbindung mit der veränderten Construction des Ofens, eine weit vollständigere, allgemeinere Vertheilung der Wasserdämpfe in den mitllern Ofenzonen herbeigeführt wird, als bei der Nordenskjöld'schen Einrichtung.

Dieser letztere Ofen ist ein Flammofen und nur auf Holzfeuerung eingerichtet; jedoch ist er häufig schon als einfacher Schachtofen zur Röstung von abwechselnden Schichten von Brennmaterial und Erzen benutzt worden und leidet dann im Wesentlichen an folgenden Constructionsmängeln:

Durch die zu starke Verengung des Schachtes an der Gicht

zieht zuviel Hitze in die obere Zone des Ofens, wodurch einestheils der Brennmaterialaufwand vergrößert, anderntheils auch ein unregelmäßiger Gichtengang veranlaßt wird, der, wenn auch nicht in dem Grade wie bei einem Hohofen, immer einen nachtheiligen Einfluß auf den Betrieb hat.

Ferner liegt bei dieser Construction die Oxydationszone so, daß die sich im Ofen entwickelnden Gase reducirend einwirken können, selbst wenn der Ofen als Flammofen benutzt wird. Dann wird auch durch das Nichtvorhandensein einer Rast ein zu rascher Ofenbetrieb veranlaßt, welcher mit einer guten Röstung nicht im richtigen Verhältniß steht.

Ihne bringt daher für die Röstung schwefelhaltiger Eisenerze unter Einwirkung von Wasserdämpfen und mittelst abwechselnder Erz- und Brennmaterialschichten einen andern, ebenfalls continuirlichen Ofen in Vorschlag, dessen Construction im Wesentlichen aus dem senkrechten Durchschnitte Fig. 4 hervorgeht. Dieser Ofen wird schon seit mehren Jahren im Siegen'schen zum Rösten des Spatheisensteins und Eisenglanzes benutzt, eignet sich aber auch eben so gut noch für andere Eisenerzsorten, wie Magneteisenstein, Rotheisenstein u. s. w. Er wurde bereits im 4. Bde. dieses Werkes S. 86 ff. beschrieben, worauf hier verwiesen wird, um seine Construction noch genauer kennen zu lernen.

Die Wasserdämpfe treten, wie schon bemerkt, durch einen hohlen Kegel a, Fig. 6 (hier im vergrößerten Maaßstabe im Durchschnitt dargestellt), in den Ofenraum und vertheilen sich durch viele kleine Oeffnungen in die glühende Erzmasse. Ein Schutzdach ist hier nicht nöthig, weil die Richtung und Kleinheit der Löcher, verbunden mit der Kraft des ausströmenden Wasserdampfes, ein Verstopfen derselben durch herabfallende Erzmassen unmöglich macht.

b ist das Dampfrohr aus gezogenem Eisen, von 2 Zoll Durchmesser, welches unter einem der drei Tragearme eingeführt wird.

cc sind die 3 Arme, welche den Kegel tragen, sie sind hohl, dachförmig und liegen mit ihren äußern Enden in den eingemauerten Gußstücken ee. Der Kegel a greift mit seiner untern Kante in einen Ausschnitt der Arme ein, ruht also darin und ist im Uebrigen durch Flanschen an den Armen befestigt. Die spitzdachförmige Gestalt der Arme, so wie auch die spitzkegelförmige des Dampf-Vertheilungs-Apparates ist, gewählt worden, um der Erzmasse keinen oder doch nur den möglichst geringsten Ruhepunkt zu gestatten. Die Arme

haben — von oben her — eine convexe Lage, um ihre Tragfähigkeit zu erhöhen.

Die Anordnung der Armee ccc zeigt die Fig. 7, die Construction derselben die Fig. 5, welche letztere auch die Lage des Dampfrohres b unter dem Schutze des einen Armes verdeutlicht.

Das eine Gußstück unterscheidet sich von den beiden anderen Gußstücken nur dadurch, daß es eine Oeffnung zum Durchlassen des Dampfrohres besitzt. ff in Fig. 5 sind gemauerte, am inneren Ofenrande durch die Gußstücke ee bedeckte Canäle zur Einführung atmosphärischer Luft, deren Strömung durch Schieber zu reguliren ist.

Der Ofen hat zwei Roste, deren einer, der obere, zur Unterlage der Erze bei der ersten Füllung dient, während auf dem unteren das Brennmaterial so lange ruht, bis der Ofen in Gang und die ganze Masse in Gluth gekommen ist; von beiden werden dann die Roststäbe entfernt.

Als Brennmaterial, das gichtenweise, abwechselnd mit dem Röstgute aufgegeben wird, sind Holzkohlen-, Steinkohlen-, Koks- und Braunkohlen-Klein, Holz-Abfälle, Einder und Lösche jeder Art zu gebrauchen; es ist also ebenso billig als überall und leicht zu beschaffen, wäre jedoch bei dem Nordenskjöld'schen Ofen, wenn er nur als Flammofen benutzt wird, was er doch muß, wenn er nicht, wie wir oben gezeigt haben, vermöge seiner Construction zu sehr an Effekt verlieren soll, nicht zu gebrauchen, weil sich daraus keine hierzu genügende Flamme entwickeln läßt.

Das Ziehen des gerösteten Steines geschieht mit der größten Leichtigkeit durch die in der Zeichnung sichtbare Oeffnung, welche von Außen durch eine Thüre von Eisenblech verschlossen ist, vermittelst welcher auch der Luftzug geregelt werden kann. Von den Dimensionen des Ofens sind besonders folgende zu nennen:

Höhe des Schachtes 15 F. Rheinl.

Durchmesser des Schachtes an der Gicht und am oberen Ende der Rast $5\frac{1}{2}$ F.

Durchmesser desselben am unteren Ende der Rast 2 F., Entfernung der Grundfläche des Kegels von der Ofensohle $4\frac{1}{2}$ F.

Es ist übrigens natürlich, daß alle Verhältnisse und Dimensionen des Ofens sowohl, als auch der speciell auf die Anwendung der Wasserdämpfe bezüglichen Apparate, je nach Bedürfniß und Gebrauch nicht unbedingt feststehen sollen, sondern im Gegentheil stets in den besonderen Fällen auch den passenden Veränderungen unterworfen werden können.

Bei denjenigen Erzen, die einer solchen Dampfröstung unterworfen werden, ist es wohl stets durchaus nöthig, daß eine möglichst vollständige Oxydation derselben erreicht werde, weil sich im entgegengesetzten Falle die in denselben enthaltenen Schwefelmetalle nicht zerlegen würden, und hierfür verdienen die Flammöfen allerdings den Vorzug, da sie in höherem Grade eine oxydirende Wirkung hervorbringen als diejenigen Oefen, in denen das Brennmaterial mit den Erzen gemischt aufgegeben wird.

Dieser Vorzug der Flamm-Röstöfen wird aber doch meistens zu hoch angeschlagen, da man der reducirenden Wirkung verschiedener, bei der Verbrennung von Holz sich entwickelnden Gasarten im Ofenschachte an Stellen, wo eine Oxydation vor sich gehen soll, zu wenig Rechnung trägt. Wenn wir ihn — den Vorzug der besseren Oxydation — aber auch vollgültig zugeben und anerkennen wollen, so müssen wir dennoch sagen, daß auch in Bezug auf diese Oxydation der Erze der von uns angegebene Röstofen in den bei Weitem meisten Fällen durchaus genügen und die Zerlegung der Schwefelmetalle genugsam stattfinden wird, zumal der glühenden Erzmasse nicht nur von unten, sondern auch von den Seiten stets hinreichende atmosphärische Luft zugeführt wird.

Nur wenn es auf ganz vollständige Entfernung alles Schwefels ankommt, dann würden wir die bedeutenden Mehrkosten an Brennmaterial nicht scheuen und den Flamm-Dampf-Röstofen benutzen. Hierbei würden wir uns dann des Nordenskjöld'schen Ofens in etwas veränderter Weise bedienen, an demselben aber auch unseren Dampf-Vertheilungs-Apparat anbringen und den hohlen eisernen Kegel auf die Schweinerücken legen.

IV. Hohofenconstruction.

Materialien.

Ein praktisches Verfahren zur Bestimmung der Güte feuerfester Thone, besonders in Hinsicht der Strengflüssigkeit, hat Dr. Carl Bischof im Polytechn. Journal, Bd. 159, S. 54, angegeben.

Als eine Fortsetzung und weitere Verfolgung dieser Arbeit ist die folgende von demselben Verf. anzusehen: — Praktisches Verfahren zur Bestimmung der Güte feuerfeste Thone in Hinsicht auf Strengflüssigkeit und das Bindevermögen (sogenannte Fettigkeit und Magerkeit), angewendet

auf verschiedene Thone, in derselben Zeitschrift, Bd. 161, S. 208 ff. und S. 291 ff. — Wir können auf diese wichtigen Arbeiten, die kaum einmal zweckmäßiger Auszüge fähig sind, nur verweisen.

Hohofenconstruction.

Der den Eisenhüttenleuten bekannte westphälische Hütteningenieur Stahlschmidt theilt in Nr. 51 des Berggeistes von 1861 den Entwurf von einer größern Arbeit über eine neue Hohofenconstruction mit, die gewiß verdiente gedruckt zu werden, welches aber leider jetzt nach einem halben Jahre noch nicht geschehen ist. Es wird bemerkt, daß die Arbeit etwa 110 Seiten und 2 Tafeln umfasse, daß die Resultate bei Sachkundigen Beifall finden; ferner daß die Ausführung auf einem Staatswerke, trotzdem sie von den Spitzen der Bergbehörden Rheinland-Westphalens an maßgebender Stelle befürwortet wurde, an den leidigen Finanzen scheiterte; endlich daß die Neuerungen etwas später und vielleicht mit Oesterreichs Hülfe ins Leben treten würden!

Ueber die Construction, so wie auch über den, weiter unten abzuhandelnden Betrieb der so bedeutenden Kokes-Hohofenhütten Schlesiens enthält die vortreffliche „Studienreise der Studirenden des Königl. Gewerbeinstituts zu Berlin durch die Provinz Schlesien unter Führung des Professor Wiebe im August 1858" so viel Wichtiges und Interessantes, daß wir hier näher darauf zurückkommen müssen. Dieser Bericht ist zuerst, etwa 30 Quartbogen stark und mit etwa 40 von Knoblauch gestochenen, sehr schönen Kupfertafeln versehen, in den Jahrgängen 1859 bis 1861 der „Verhandlungen des Vereins für Gewerbfleiß in Preußen", auszugsweise aber in den Bänden IV—VI der „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure" bekannt gemacht. Von dem Originalbericht in den Berliner Verhandlungen ist von dem Verein „Hütte" ein vervollständigter Abdruck besorgt, von welchem uns ein Exemplar vorliegt. Das Hüttenwesen in dem Bericht hat der Maschinenbauer Ludewig bearbeitet. Wir theilten bereits im 4. Bde., S. 29, die Beschreibung eines Gebläses aus dieser Quelle mit. — Jetzt entnehmen wir aus derselben das Nachstehende:

Die Hubertushütte bei Königshütte im Besitz des Herrn von Tiele-Winkler, welcher einer der größten Hüttenbesitzer Oberschlesiens ist und außer der Hubertushütte noch einen Kokeshohofen zu Kattowitz, zwei andere auf der Marienhütte zu

Orzesche und einen Holzkohlenhohofen zu Rossin hat. Da diese Hütte eine der vorzüglichsten von den neuern Anlagen ist, so reden wir weitläufig davon.

Die Construction der Hohöfen. — Die Aufstellung der 6 Hohöfen, welche mit Kokes betrieben werden sollen, ist so angeordnet, daß zwischen je zweien sich ein zu beiden Seiten gehöriger Gichtthurm befindet; jeder Gichtthurm durchbricht die Wand des Möllerhauses, so daß die gemöllerten Erze unmittelbar im Möllerhause auf Schienengeleisen zum Gichtaufzuge gefahren werden können, und ist mit beiden Oefen durch je eine Gichtbrücke verbunden. Die Abstichöffnungen der Hohöfen münden in das davor liegende Gießhaus. — Die Hohöfen sind vollkommen gleich construirt; sie sind in ihrer Basis viereckig und gehen durch ein Acht- und Sechszehneck in den runden Querschnitt über.

Fig. 11, Taf. II ist ein senkrechter Durchschnitt von einem dieser Hohöfen, und Fig. 12 ein horizontaler Durchschnitt nach der Linie AB, Fig. 11. Fig. 1, Taf. III ist eine äußere Ansicht des Hohofens.

Es wird hier der Versuch gemacht, die Oefen ohne umgelegte eiserne Reifen zu bauen, da diese Reifen, wenn sie auch ein Auseinanderreißen des Ofens verhüten, wegen der Ausdehnung des Mauerwerkes schädlich sind; deshalb sind die Oefen, da der konische Theil derselben nun ganz ohne Verankerung ist, ein wenig stärker im Rauchgemäuer gehalten, dagegen gehen quer durch das Gestell eiserne Anker mit Vorlegeplatten. Nur in der Höhe der Gicht, wo die Gichtbrücken in das Mauerwerk treten, und dieses daher auf 6 Fuß Breite unterbrochen ist, sind um die Oefen zwei an einander liegende Reifen gelegt. — Die Oefen sind jetzt bald zwei Jahre im Betriebe und hat sich die Annahme, daß die vielen Reifen, welche man bisher um die Oefen zu legen pflegte, unnöthig sind, durchaus bestätigt. Ein Reißen hat nur in unbedeutendem Maße stattgefunden, in der That in viel geringerem Grade, als bei andern ganz mit Reifen versehenen Oefen. Nach Herrn Bauinspector Nottebohm, welchem diese Mittheilung zu verdanken ist, entsteht das Reißen der Hohöfen in der Regel durch Einbringen von unnachgiebigem Füllmateriale zwischen die Futterschächte. Ist dies einigermaßen zusammendrückbar, wie z. B. lufttrockene oder sehr schwach gebrannte Ziegelstückchen, so wird der Ofen nicht reißen. Besteht aber das Füllmaterial aus Sand, harten Ziegelstückchen oder dergl., so reißen die Hohöfen trotz der stärksten und zahlreichsten Reifen auf ungewöhnliche

Weise. Sind dann die Reifen stark genug, der Ausdehnung des Mauerwerks zu widerstehen, so schieben sich die zwischen ihnen liegenden, nicht von ihnen gedeckten Mauerschichten horizontal nach Außen zwischen sie hindurch, wie bei einem der Oefen in Königshütte, und es entstehen Horizontaltrennungen, welche nicht auszubessern sind. Im entgegengesetzten Falle platzen die Reifen so oft, und so lange, als die Ausdehnung des Gemäuers dauert. — Die Hauptdimensionen der Hohöfen sind die folgenden:

Höhe vom Bodenstein bis zur Gicht	50 Fuß	— Zoll,
Höhe des Gichtmantels.	13 =	— =
Lichte Weite	16 =	— =
Gichtdurchmesser	8 =	— =
Kohlensackdurchmesser	13 =	6 =
Höhe des Kohlensackes über dem Boden . . .	20 =	— =
Steigung der Rast	65 Grad,	
Gestelldurchmesser oben	4 Fuß	— Zoll,
Gestelldurchmesser am Tümpelsteine	2 =	6 =
Höhe des Gestelles (vom Bodensteine bis zur Rast)	7 =	3 =
Höhe des Wallsteines über dem Bodensteine . .	2 =	3 =
= = = = der unteren Kante des Tümpelsteines	— =	3 =
Anzahl der Düsen	— =	3 =
Quadratseite der Basis im Sockel	45 =	— =
= des Fundaments	46 =	— =

In dem äußeren, sehr starken Mantel des Rauhgemäuers sind 2 Kernschächte aus Formsteinen eingemauert; der Zwischenraum zwischen diesen Kernschächten und dem Rauhgemäuer wird durch kleine Ziegelstücke ausgefüllt. Der Gichtmantel besteht aus Eisenblech mit einem innern sechszölligen Ziegelfutter. Die Rast ist ebenfalls aus Formsteinen mit keilförmiger Gestalt gebildet. Die Mauerung ist sehr sauber ausgeführt, so daß die innere Fläche der Rast vollkommen glatt erscheint. — Die feuerfesten Ziegeln zum Kernschachte und zur Rast sind zu gleichen Theilen aus Chamotte und Krakauer Thon mit einem Zusatze von Zinkmuffelscherben geformt; der Brei wird in der Hütte selbst sehr wenig naß durchgearbeitet und dann gebrannt. — Die Gestellwände, der Tümpel- und Bodenstein und die Formsteine sind aus Masse gestampft. Bei dem Stampfen macht man abwechselnd eine Aufschüttung der wenig feuchten Masse von 2 Zoll Höhe und stampft dieselbe mit eisernen Stöcken ein, welche dazu mit einem runden Knopfe von $1\frac{1}{2}$ Zoll

Drchm. versehen sind und vorher angewärmt werden. — Die Mischung für diese Stampfung ist gebrannter Thon (zerschlagene, feuerfeste Steine) mit Thon; es werden hierzu sehr zweckmäßig zur Zinkdestillation unbrauchbar gewordene Muffeln der in der Nähe gelegenen Marienwunschhütte benutzt; diese werden zerschlagen und unter einem Rollsteine zermahlen, der auf einer gußeisernen Bahn läuft und mittelst eines Göpelarmes durch ein Pferd bewegt wird. — Zu den Fundamenten ist eine Mischung von gewöhnlichem Kalke mit Zinkhüttengekrätze als Piséstampfung benutzt worden. Das Zinkgekrätze, welches, mit Steinkohlenasche vermengt, aus den Muffeln der Zinkhütten herausgekratzt ist, wird zu dem als dünne Milch angerührten Kalke hinzugeschüttet, so daß ein dicker Brei entsteht, welcher alsdann in Lagen von 6 Zoll eingestampft wird. Durch schnelles Trocknen und Erhärten wird sie eine felsenfeste Masse. — Mit derselben Mörtelmischung ist auch der Außenbau der Hohöfen und der übrigen Gebäude gemauert. Dieser Mörtel zeigt die besten hydraulischen Eigenschaften und widersteht dem Froste vortrefflich.

Die Gichtenaufzüge. — Die drei Gichtthürme sind unmittelbar an der Wand des Möllerhauses, welche hier durchbrochen ist, aufgeführt, so daß die gemöllerten Erze sogleich auf die Gicht gefördert werden können. Zum Abwägen der Gichten dient eine Decimalkrahnwaage. Diese Krahne zum Gichtaufzuge haben sich im Betriebe sehr gut bewährt und ersparen das sonst nöthige, zeitraubende besondere Wägen der Gichten. — Durch zwei Gichtbrücken, deren genauere Construction, aus zwei doppelt Tförmigen Blechträgern bestehend, ist jeder der Gichtthürme mit den beiden zugehörigen Hohöfen verbunden. Die Freilager der Brücke betragen 30 Fuß. Die Träger sind 15 Zoll hoch; durch Winkeleisen von $2^1/_2$ Quadratzoll Querschnitt sind 9 Zoll breite Boden- und Deckplatten mit denselben verbunden. Das Gewicht eines Trägerpaares, incl. Querverband und eisernes Gitter, beträgt $55^1/_2$ Ctr. Die Tragfähigkeit bei voller Armirung mit dem Brückenbelege ist das Fünfzigfache der eigenen Last bei zehnfacher Sicherheit. Die Gitter sind durch angenietete Lappen mit den Boden- und Deckplatten des Trägers verbunden. — Da die kleinen, gewöhnlich oben auf den Gichtbrücken aufgestellten Gichtförderdampfmaschinen einmal wegen der langen Leitungen viel Dampf condensiren und dann auch nachtheilige Erschütterungen verursachen, so hat man hier 2 Gichtaufzugdampfmaschinen von je 15 Pfrdkr. am Fuße der Oefen angeordnet, von denen jedoch erst eine aufgestellt ist, welche die sämmt-

lichen 3 Aufzüge in den Gichtthürmen zu bewegen im Stande ist; sie arbeiten mit 45 Pfd.-Dampfspannung, ohne Condensation und mit $^1/_2$ Cylinderfüllung. — Auf der Höhe jedes Gichtthurmes ist eine horizontale Welle gelagert, welche den Förderkorb des Aufzuges trägt; von dieser ist an allen 3 Aufzügen durch conische Räder eine vertikale Welle von 3 Zoll Drchm., zur Seite des Aufzuges herabgehend, angebracht, welche unten ebenfalls durch conische Räder mit einer horizontalen, an der innern Wandfläche des Gießhauses gelagerten und direkt durch die beiden Maschinen umgetriebenen Welle verbunden ist. Oben kann durch eine Kuppelung mittelst conischer Frictionsscheiben die Bewegung des Förderkorbes ein- und ausgerückt werden. — Damit das Förderseil des Aufzuges immer in derselben Vertikalen sich auf- und abwickele, und somit ein Schleifen der Fördergefäße in den Leitungen vermieden werde, ist einer der Zapfen der Seiltrommelwelle mit Schraubengewinde versehen; das Zapfenlager enthält das zugehörige Muttergewinde. Bei jeder Umdrehung der Korbwelle wird diese um die Ganghöhe des Gewindes, welche gleich der Seilstärke ist, verschoben. Da die Seilstärke zugleich die Ganghöhe der sich beim Aufwickeln des Seils auf der Trommel bildenden Spirallinie ist, so entspricht demnach die Verschiebung der Korbwelle genau der relativen Verschiebung des Seils auf der Trommel. Die beiden in Betracht gezogenen Schraubenlinien sind nun entgegengesetzt gewunden; demnach wird die absolute Lage des sich auf- und abwickelnden Seilendes keine Veränderung erleiden. Zugleich ist durch diese Einrichtung das sonst durch das Aufwickeln des Seiles hervorgebrachte Bestreben zur seitlichen Verschiebung der Trommel und somit auch die Seitenreibung vermieden.

Die Winderwärmungsöfen. — Jeder der 2 Hohöfen ist mit einem Windheizofen versehen. Die Windheizung geschieht auch hier, wie fast überall in Oberschlesien, dadurch, daß die Gebläseluft hosenförmige, durch eine eigene Feuerung erwärmte Röhren durchstreicht. — Ein Windheizofen, bei welchem das vom Windregulator ausgehende, allen Heizöfen gemeinschaftliche Windrohr durch ein kurzes Rohr in eine der beiden in dem Ofen liegenden Röhren mit viereckigem Querschnitte einmündet, ist durch diese beiden Röhren durch zwei über einander liegende Systeme von je 17 hosenförmigen Röhren verbunden, welche der Wind durchstreicht, um schließlich am Ende eines Rohres in ein zu den Düsen führendes Windrohr zu gelangen. Soll der Wind nicht erwärmt werden,

so wird ihm durch angebrachte Ventile der Weg durch den Ofen abgesperrt, und er gelangt direkt durch ein Ansatzrohr. — Die Heizröhren enthalten zusammen 1000 Quadr.-Fuß Heizfläche und liefern der Gebläseluft 5²/₃ Quadr.-Fuß freie Durchgangsöffnung. Das Feuer auf dem Roste wirkt zunächst aufsteigend direkt unter dem unteren Röhrensysteme, geht am Ende des Ofens, durch eine Zunge getheilt, um die Röhren herum, zwischen diesen und den darüber liegenden Röhren nach vorne und bestreicht dann, wieder zurückkehrend, noch die obern Röhren von oben, um schließlich in den Schornstein zu gelangen.

Der Windregulator. — Für die beiden vorläufig aufgestellten Gebläsemaschinen ist ein kugelförmiger Windregulator von 25 Fuß Drchm. erbauet. Die aus einzelnen Blechplatten zusammengenietete Kugel wird unten von einer aufrecht stehenden, 5 Fuß im Durchmesser haltenden gußeisernen Röhre mit 1¹/₈ Zoll Wandstärke getragen, welche zugleich als Windzuführung dient; ihre Länge (Höhe über dem Boden) beträgt 9 Fuß; das von der Gebläsemaschine ausgehende, unter der Erde in diese Röhre einmündende Zuleitungsrohr hat 4 Fuß Durchm. Die Windabführung erfolgt aus dem Zuleitungsrohre zwischen Maschinen und Regulator seitwärts durch eine 46 Zoll weite Röhre. Der Wind braucht daher nicht erst in den Regulator zu treten, um aus diesem abgeführt zu werden, sondern wird direkt von den Maschinen abgeleitet, und der Regulator bildet nur ein damit seitlich in Verbindung stehendes Reservoir. — Das früher in Oberschlesien gehegte Vorurtheil: „als sei es für die Wirkung des Regulators wesentlich, daß der ganze Gebläsewind durch denselben zu gehen habe," dem Herr Nottebohm vor 22 Jahren beim Baue der Laurahütte durch Einbringung einer hölzernen Scheidewand in die Regulatorsäule auch Rechnung tragen mußte, ist durch die hier getroffene Anordnung widerlegt, indem auf Hubertushütte, obschon bloß eine Maschine für die Hohöfen betrieben wird, das Quecksilber in den Windspannungsmessern bei den Hohöfen bei 6 bis 7 Zoll Säulenhöhe kaum ¹/₈ bis ¹/₄ Zoll schwankt. — Die Kugel ist aus 12 horizontalen Zonen gebildet, von denen jede aus 14 einzelnen Blechplatten besteht; die Höhe derselben, auf der Kugel von Mitte zu Mitte der durch das Ueberdecken der Blechplatten gebildeten Fugen gemessen, beträgt 33²/₃ Zoll. Die Blechstärke der beiden untersten Zonen ist ³/₈ Zoll, die der dritten und vierten ⁵/₁₆ Zoll, der fünften bis achten ¹/₄ Zoll, der achten bis zwölften ³/₁₆ Zoll. Die zwölfte Zone besteht nur aus 2 Blechtafeln,

welche an der Spitze eine Oeffnung von 6 Zoll frei lassen, um dort ein Sicherheitsventil anbringen zu können; die Nieten aller Bleche sind $^5/_8$ Zoll stark. Um die Festigkeit der Kugel zu erhöhen, befinden sich innerhalb derselben noch 8 Holzstreben, die in der Mitte 10 Zoll, an den Enden 6 Zoll stark und mit Schuhen an der innern Kugelwandung befestigt sind. — Diese freistehenden Trocken-Regulatoren aus Eisenblech leiden, trotzdem sie den nachtheiligen Einflüssen der Witterung ausgesetzt sind, wenig und geben überhaupt zu Reparaturen keine Veranlassung, wenn sie von vorne herein mit einem guten Theer- und Asphalt-Ueberzuge versehen sind. Die 22 Jahre alten Blechregulatoren auf Laurahütte, wo sie in Schlesien zuerst von Herrn Nottebohm gebaut wurden, beweisen dies. Die Bleche müssen nach unten zu deshalb so stark genommen werden, weil wegen ihrer freien Lage die Regulatoren sehr den Stürmen ausgesetzt sind, und man nicht immer Gelegenheit hat, sie gegen feste Punkte nach allen Richtungen hin zu verankern. Die große Angriffsfläche, welche sie den Stürmen darbieten, würde bei mangelnder Verankerung bedeutende Schwankungen verursachen, denen schwache Bleche nicht genug Steifigkeit entgegensetzen würden. Auch würden schwächere Bleche sich nur schwer dicht nieten und versetzen lassen.

Die Gebläsemaschinen. — Für die 6 Hohöfen sind, da sie nie alle zu gleicher Zeit in Thätigkeit sind, 4 Gebläsemaschinen zu je 150 Pfrdkr. erforderlich, wovon die eine jedoch Reservemaschine ist; jede Maschine hat einen Gebläsecylinder und ist für 2 Oefen, jeder 75 Pfrdkr. consumirend, berechnet. Die Maschinen sind von F. A. Egells erbaut. Der Gebläsecylinder von 8 Fuß Drchm. steht zu ebener Erde, darüber der Dampfcylinder mit 44 Zoll Drchm. und 8 Fuß Hub. Das Fundament jeder Maschine ist ein $11^1/_2$ Fuß tiefer, 11 Fuß breiter und 14 Fuß langer Mauerkörper, mit welchem der Gebläsecylinder durch 8 Bolzen von $3^1/_2$ Zoll Drchm. und 10 Fuß Länge verankert ist. Unten im Mauerwerke sind die Köpfe von je 4 Bolzen durch zwei 11 Fuß lange, $2^1/_4$ Fuß breite und $1^3/_4$ Zoll starke gußeiserne Vorlegeplatten verbunden; quer darüber liegen 4 andere, 11 Fuß 4 Zoll lange, 20 Zoll breite Platten von derselben Stärke zur Querverbindung je zweier Bolzenköpfe. — Die Maschinen arbeiten mit $^1/_2$ Cylinderfüllung und ohne Condensation; sie sind direkt wirkend ohne Schwungrad. Die Dampfspannung beträgt 4 Pfrdkr., die Kolbengeschwindigkeit 180 Fuß pro Minute. Jeder Dampfcylinder steht auf zwei parallelen, eisernen

Balken von 2 Fuß Höhe, welche mit 28 Fuß Freilager auf den gegenüberliegenden Umfassungsmauern ruhen; sie werden durch je 2 Säulen unterstützt, die zu jeder Seite des Gebläsecylinders aufgestellt sind und zugleich die Geradeführungsleisten für die vom Dampfcylinder zum Gebläsekolben gehende Kolbenstange tragen; zwischen beiden Kolben wird diese vom Contrebalancier angegriffen. — Jede Maschine liefert 9000 bis 10,000 Cbfß. Wind pro Minute von $3\frac{1}{2}$ bis 4 Pfd. Ueberdruck pro Quadr.-Zoll in die Windzuführungsöfen. Die lichten Drchm. der einzelnen **Windcanäle** sind:

bei jeder Maschine	32	Zoll,
bei der Hauptwindleitung	46	=
außen	$47\frac{3}{4}$	=
bei der Windleitung nach jedem Ofen	21	=
= = = = jeder Form	13	=
= = = = jedem Feinfeuer	12	=
= = = = der Schmiede	$3\frac{1}{2}$	=

Ueber die **Königshütte** in Oberschlesien, deren Einrichtung und Betrieb enthält die Studienreise, S. 189 ff., sehr gute Angaben, und noch vollständiger ist die **Beschreibung der Anlagen und des Betriebes der neuen Hohöfen zu Königshütte**, von Herrn Ed. **Dürre** in Breslau, in den Nummern 36 und 38 der Freiberger Zeitung, nebst den Tafeln VII bis XII. Wir müssen auf beide Arbeiten verweisen.

Die **Hohofenanlage des Hörder Bergwerks- und Hüttenvereins** ist genau beschrieben und abgebildet in der ersten Lieferung eines neuen Werkes: **Die baulichen Anlagen auf den Berg-, Hütten- und Salinenwerken in Preußen.** Dargestellt vom Oberberg- und Baurathe **Schönfelder** in Berlin und eine Beilage der Preuß. Ministerial-Zeitschrift, Bd. IX. bildend. Dieses seiner praktischen Brauchbarkeit und Wohlfeilheit wegen sehr zu empfehlende Werk enthält in der bis jetzt erschienenen von 9 Tafeln und einer colorirten Ansicht begleiteten 1. Lieferung eine colorirte perspectivische Ansicht der Hörder Hütte (s. Bd. I, S. 118 dieses Werkes), auf Taf. I eine Generaldisposition der ganzen Anlage; auf Taf. II das Gestell von Garnkirk-Sandstein für die Hohöfen Nr. 4 und 5, so wie Verkokungsöfen mit Dampfkesseln; auf Taf. III der Hohofen Nr. 5 mit Gasfang: senkrechter Durchschnitt durch den Vorherd, senkrechter Durchschnitt durch den Gasfang, Grundriß und Verankerung; auf Taf. IV schmiedeeiserne Gichtbrücke zwischen den Hohöfen 1 und 2, 3 und 4; auf Taf. V Gichtaufzug-Maschine von

8 Pferdekräften; auf Taf. VI Gebläse-Maschinen-Gebäude, Möllerhalle, Gießhalle, Gichtwagen; auf Taf. VII Winderhitzungs-Apparate; auf Taf. VIII liegende Gebläse-Maschinen; endlich auf Taf. IX Reserve-Gebläse-Maschinen.

Der beschreibende Text hat folgende Abschnitte: Allgemeine Bemerkungen über das Werk; 1. die Kokesöfen; 2. die Erzplätze und Möllerhallen; 3. die Hohöfen, Gichtbrücken und Gichtaufzüge; 4. die Gießhalle; 5. die Gebläsemaschinen. Zwei dieser Maschinen sind liegende und zwei stehende Balancirmaschinen; 6. Winderhitzungsapparate; 7. sonstige Gebaulichkeiten.

Die neue Hohofenanlage bei Meppen in der hannoverschen Provinz Ostfriesland beschreibt ihr Erbauer, Ingenieur W. Sudhaus, mit Hülfe sehr guter Abbildungen, in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. V, S. 79 und 44 ff. Wir entnehmen aus dieser gediegenen Arbeit das Folgende: — Das Hüttenwerk wurde in den Jahren 1857 bis 1859 von einer Gesellschaft zur Verschmelzung der Rasenerze der Ems- und Hase-Niederungen erbauet; das Brennmaterial besteht in westphälischen und englischen Kokes und soll später durch Torf ersetzt werden.

Die Lage des Werkes unmittelbar am Bahnhofe der hannoverschen Westbahn und am Einflusse der Hase in die Ems ist eine für die Herbeischaffung der Materialien und den Absatz der Produkte sehr günstige.

Bei der Construction der beiden Hohöfen, deren Dimensionen und Formen aus Fig. 2, Taf. III, deutlich werden, indem die eine Hälfte einen äußern Aufriß, die andere aber einen senkrechten Durchschnitt darbietet, kamen manche Fragen in Betracht, die erst aus dem weiter unten entwickelten Betriebe deutlich werden. Die Dimensionen sind so gewählt, wie sie für eine massenhafte Roheisenproduktion angemessen sind. Der Schacht ist fast cylindrisch, gewährt also, in Verbindung mit der weiten Gicht, eine allmälige Vorbereitung der Schmelzmaterialien, während ein weites und dabei verhältnißmäßig niedriges Gestell einer zu hoch steigenden Schmelzzone entgegenwirken soll. Die Anwendung von 5 gleichmäßig vertheilten Düsen gestattet dagegen, eine hohe Temperatur unmittelbar in der Verbrennungszone zu erzielen.

Die Dimensionen des Ofens sind folgende:

Ganze Höhe vom Bodenstein bis zur Gicht . . .	45	Fuß
Weite der Gicht	11½	=
= des Kohlensackes	15	=

Weite des Schachtes $6\frac{1}{2}$ Fuß unterhalb der Gicht	$13\frac{1}{2}$ Fuß,
Höhe des Gestelles	$6\frac{1}{2}$ „
„ der Rast	$11\frac{1}{4}$ „
Weite des Gestelles oben	6 „
„ in der Formhöhe	5 „
Höhe des Formmittels	$2\frac{1}{4}$ „
Querschnitt der Gicht	104 Q. „
„ des Kohlensackes	177 „ „
Gesammtinhalt des Hohofens	5500 K. „

V. Hohofenbetrieb.

Herr von Mayrhofer hat in seinen schon erwähnten Studien des Hohöfners, im 10. Bde. des Oestr. Jahrbuches, S. 315, allgemeine Regeln über den Hohofenbetrieb zu begründen gesucht und jedenfalls bildet dieser Versuch einen sehr wichtigen Beitrag zur wissenschaftlichen Begründung des Eisenhüttengewerbes. Auszüge aus diesen Arbeiten mitzutheilen, würde hier viel zu weit führen, und wir können daher nur den, von dem Verfasser verfolgten Gang angeben:

1. Die Zuschläge und ihre Vorbereitung;
   a. Saure Zuschläge.
   b. Basische Zuschläge.
   c. Neutrale Zuschläge.
   d. Absorbirende und gegenwirkende Zuschläge.
2. Die Brennstoffe, ihre Vorbereitung und Verbrennung im Hohofen.
   a. Sauerstoff und sein Verbrennen im Hohofen.
   b. Verkohlen des Holzes.
   c. Holzkohlen.
   d. Verbrennen derselben und des Holzes im Hohofen.
   e. Kokes.
   f. Verbrennen der Kokes im Hohofen.
   g. Verbrennen der rohen Steinkohle im Hohofen.
   h. Torf und seine Verbrennung im Hohofen.
3. Gattirung und Beschickung.
   Allgemeines.
   a. Gattirung und Beschickung für Holzkohlenhohöfen.
   b. Gattiren und Beschicken für Kokeshohöfen.
   c. Beschickung für bestimmte Roheisensorten.
   d. Beschicken zur sehnigen und körnigen Textur.

e. Gattirung und Beschickung für Oefen mit gemischtem Betriebe.
f. Gattirung und Beschickung für halbverkohlte und rohe Brennmaterialien.
g. Beschicken der Asche in den Brennmaterialien.
h. Gattiren und Beschicken für Braunkohle.

4. Brennstoffberechnungen.

Berechnung des Brennstoffaufwandes im Hohofen, nebst einer Reihe von Tabellen.

VI. Betriebsresultate bei verschiedenen Eisenhohöfen.

Die Vorwärtshütte bei Niederhermsdorf in Niederschlesien. (Studienreise, S. 139.)

Die Rohmaterialien und deren Vorbereitung. — Die Vorwärtshütte ist inmitten der ausgedehnten Kohlenfelder des Waldenburger Bezirks belegen, so daß die Beschaffung der Steinkohlen durchaus keine Schwierigkeiten hat; Eisenerze und Kalksteine kommen ebenfalls in der Nähe der Hütte vor.

Die Erze, welche die Vorwärtshütte verschmelzt, bestehen in Magneteisenstein, so wie Kohlen- und Thoneisenstein des Steinkohlengebirges. Von den Gruben Glückhilf, Fuchs, comb. Abendröthe und Emilie Anna wurden im Jahre 1857 12053 Tonnen Sphärosiderit- und Kohleneisensteine zur Hütte geliefert.

Bei weitem wichtiger sind die Magneteisensteine, welche sehr mächtige Lagerstätten bei Ober-Schmiedeberg bilden, die bereits vor mehren Jahrhunderten abgebauet wurden und neuerlich auf der Glückhilfgrube gewonnen werden. 1858 bezog die Hütte etwa 13000 Tonnen oder 92657 Ctr. mit einem durchschnittlichen Eisengehalt von 58 Prozent. Nächst dem Magneteisensteine ist das für die Vorwärtshütte wichtigste Erz der Kohleneisenstein mit 33 Proz. Eisengehalt von der Emilie-Anna-Steinkohlengrube bei Gablau zu erwähnen. Diese Grube überläßt die dort gewonnenen Erze käuflich an die Hütte. Der Eisenstein kommt dort auf dem Elisabeth-Flötze neben einer wenig verwendbaren Kohle vor. Die Mächtigkeit des Eisensteinlagers, mit Schieferthon abwechselnd, kann auf durchschnittlich 1 Ltr., die Mächtigkeit der Erzschichten zusammen auf 24 bis 30 Zoll angenommen werden. Das zur Hütte angelieferte Quantum betrug im Jahre 1859 5900 Tonnen. Das Gewicht einer Tonne Kohleneisenstein beträgt etwas mehr als 8 Ctr., der Werth derselben circa 1 Thlr. 2½ Sgr. Die ferner hierselbst zur Verhüttung gelangenden Thoneisensteine mit durchschnittlich 35 Proz. Eisengehalt

werden auf den umliegenden Steinkohlengruben als Nebenprodukt beim Steinkohlenbergbaue gewonnen und von den Gewerkschaften, die meistentheils das Eigenthumsrecht der Erze besitzen oder durch besondere Verträge erworben haben, an die Hütte verkauft. Die Erze über- oder unterlagern die Steinkohlenflötze in geringer Entfernung in einzelnen Nieren. Ein besonderer Abbau hat sich bisher noch nicht als lohnend erwiesen, wie überhaupt die Gewinnung in beschränkten Grenzen geblieben ist, so daß auf kaum mehr als 12000 Ctr. jährlich zu rechnen ist. Nächst diesen Erzen kommt noch ein brauneisensteinartiges Gestein von Altwasser zur Verwendung, welches am südwestlichen Abhange der Vogelskippe das Ausgehende des Firsternflötzes im Felde der cons. Segen-Gottes-Grube überlagert und das Liegende einer Porphyrmasse bildet, welche daselbst das Steinkohlengebirge durchbrochen hat. Außer den angeführten Erzen sind auch noch Rotheisenstein aus den grünen Schiefern bei Jauer — reine Stücke desselben zeigten nach angestellten Proben bis zu 70 Proz. Eisengehalt —, ein sehr gutartiges Wiesenerz aus der Frankensteiner Gegend und Spatheisenstein von der Gustav-Steinkohlengrube bei Schwarzwaldau, die verschmolzen werden. Insbesondere geben die letzteren Erze einen vortrefflichen Ofengang und ein vorzügliches Eisen; sie liegen etwa 100 Ltr. im Liegenden der Steinkohlenflötze und bilden ein besonderes Lager von etwa 15 bis 18 Zoll Mächtigkeit. Es wurden davon im J. 1858 circa 500 Tonnen oder 5300 Ctr. gewonnen und zu 5 Sgr. pro Ctr. an die Vorwärtshütte abgegeben. Die Gewinnung dieser Spatheisensteine ist noch ganz neu, berechtigt aber zu den besten Erwartungen.

Das Rösten der Erze. — Sämmtliche Erze werden vor ihrer Verschmelzung geröstet, um sie für den Schmelzprozeß vorzubereiten. Es soll zunächst eine Veränderung des Cohäsionszustandes, ein gewisser Grad der Porosität durch den Röstprozeß bewirkt werden, was bei der großen Dichtigkeit eines Theils dieser Erze, besonders der Magneteisensteine, um so nothwendiger ist, als schon ihre mechanische Zerkleinerung im rohen Zustande sehr kostspielig werden, die Kohlung im Hohofen aber kaum vor ihrer Schmelzung vor sich gehen würde. Der Kohleneisenstein darf beim Rösten nicht an einzelnen Stellen eine zu große Hitze erfahren, weil dadurch ein Zusammensintern und Schmelzen des leichtflüssigen Erzes eintritt, und dieses so schwer zu reduciren ist; durch zu schwaches Rösten wird es mürbe und bröckelig. Jedenfalls bildet eine genaue Ueberwachung des Röstprozesses einen Hauptpunkt bei der Verhüttung des Kohlen-

eisensteines, und ist es deshalb immer zweckmäßig, wenn nicht die Schwierigkeiten des Transportes die Anfuhr des ungerösteten Materiales zu sehr vertheuern, die Röstung unter genauer Aufsicht auf der Hütte vornehmen zu lassen. Das geröstete reichere Erz ist dunkelroth, während die in Schmelzung übergegangenen Stücke ein blauschwarzes, schlackenähnliches Ansehen darbieten. Die ärmeren Sorten haben eine hellrothe Farbe. Durch die Röstung soll Eisenoxydul in Oxyd umgewandelt und die Kohle, Kohlensäure und Schwefel entfernt werden, welches letztere nie vollständig zu erreichen ist. Denselben Zweck hat die Röstung des Magneteisensteins, dessen Schwefelgehalt auch nicht gering ist. Beide Erze sind nämlich durch Schwefel- und Magnetkies verunreinigt, und ergeben die Analysen zwischen 1 bis 3 Proz. Schwefelgehalt. Die Röstöfen sind schachtförmige Flammöfen nach Nordenskjöld'schem Prinzipe von 25 Fuß Höhe, mit einem Gichtdrchm. von 6 Fuß. Von hier erweitert sich der Ofen nach unten zu conisch bis auf den cylindrischen Schacht von 9 Fuß Drchm. und 6 Fuß Höhe. In dieser Höhe liegt ein mit einem Schutzdache bedecktes und mit vielen Löchern versehenes Dampfrohr. Unten sind, sich gegenüberstehend, zwei Auszüge durch schiefe Ebenen vorhanden, welche auch zugleich als Zugöffnungen dienen. Unter dem Dampfrohre, in der Mitte des Ofens über der Sohle desselben erhöht, liegt ein Rost, welchem das Brennmaterial seitlich aufgegeben wird, so daß die Flamme aufwärts durch den Ofen steigt. Die ganze Feuerungsvorrichtung hat eine Gestalt, welche das Ausziehen des gerösteten Erzes sehr begünstigt und das Mauerwerk vor Beschädigung schützt. Früher wurde auf Kokes geröstet, jetzt geschieht jedoch bei der Röstung des Kohleneisensteines oder bei gleichzeitiger Röstung dieses Erzes mit den Magneteisensteinen die Feuerung durch den Kohleneisenstein selbst, indem diesen letzteren Erzen so viel Kohle beigemengt und theilweise angewachsen ist, daß durch diese die zur Röstung erforderliche Temperatur vollständig erreicht und unterhalten wird, so daß kein weiteres Brennmaterial nöthig ist. Beim Einladen giebt man zuerst eine 4 Fuß starke Lage sehr kohlereichen Kohleneisensteins auf; dann in der folgenden Ordnung: Holzspäne, Kohlen und Kohleneisenstein, Kohlen und Späne, darauf Magneteisenstein und wieder in abwechselnden Schichten Kohleneisenstein und Holzspäne. — Sobald der Ofen ziemlich voll ist, wird von unten angezündet; die Beschickung sinkt nun etwa auf halbe Höhe des Ofens ein; dann wird von Zeit zu Zeit in einzelnen Lagen Kohleneisenstein und Magneteisenstein

nachgeworfen, und hiermit die ganze Campagne hindurch fortgefahren. Ist der Ofen ordentlich im Gange, so läßt man durch Oeffnen des Dampfrohrhahnes überhitzten Dampf von circa 36 Pfd. Spannung hinein, und zwar jede halbe Stunde während einiger Minuten. — Der eingeleitete Wasserdampf soll den Rest des durch den alleinigen Röstprozeß noch nicht entfernten Schwefels beseitigen, indem der Wasserdampf mit dem Schwefeleisen sich zu Schwefelwasserstoff verbindet, welcher bei dem vorhandenen Ueberschusse an atmosphärischer Luft zu schweflicher Säure verbrennt, während der aus dem Wasserdampfe frei gewordene Sauerstoff eine höhere Oxydation des Eisens bewirkt. Um die günstigste Wirkung der Wasserdämpfe auf das in der Röstung befindliche Eisenerz zu ermöglichen, ist demnach ein ausreichender Luftzutritt durchaus erforderlich. Würde demnach der gebildete Schwefelwasserstoff, statt zu schwefliger Säure zu verbrennen, in den oberen Theil des Röstofens gelangen, so würde er hier jedenfalls theilweise zerlegt und auf's Neue Schwefeleisen gebildet werden. Die aufsteigende schweflige Säure dagegen ist auf das Erz von keinem schädlichen Einflusse. — Durch das sorgfältigste Rösten allein ohne Wasserdampf würde etwa nur die Hälfte des Schwefels entfernt, Doppelschwefeleisen in Einfachschwefeleisen umgewandelt werden. Trotz des hohen Schwefelgehaltes der Erze darf nach der Güte des aus ihnen dargestellten Roheisens auf eine fast vollständige Entschwefelung durch den eben beschriebenen Röstprozeß geschlossen werden. — Durch das Einlassen des Dampfes erreicht man diesen Zweck vollständiger, als wenn man, wie es an andern Orten geschieht, die gerösteten Erzhaufen, so lange sie noch warm sind, nur mit Wasser begießt, welches sich erst in Dampf verwandeln muß und dann nicht so in das Innere der glühenden Erzstücke eindringen kann. — Täglich werden in einem oben beschriebenen Ofen 100 Kübel Magneteisenstein zu je 2½ Ctr. und 38 Kübel Kohleneisensteine zu je 2 Ctr. geröstet, so daß auf 4 Kübel des Magneteisensteins 1½ Kübel des Kohleneisensteines zu rechnen sind.

Der Betrieb der Hohöfen. — Der gegenwärtig im Betriebe befindliche Hohofen produzirt wöchentlich 1300 Ctr. graues Roheisen, das sich durch eine besondere Flüssigkeit auszeichnet; das Abstechen geschieht täglich drei Mal. Das Ausbringen an Eisen beträgt circa 48 Proz. vom Gewicht der Erze. Die Gichtgase verbrennen hier ungenutzt. — Die Möllerung geschieht in dem Möllerhause, einem Raume von 56 Schritten Länge und 21 Schritten Breite, worin auch noch der Windregulator gelagert ist, unmittelbar

in den Gichtwägen; dies sind Kübel von Eisenblech mit beweglichem Boden. Auf den Boden der Kübel wirft man den Kalk, der aus den Oppeler Brüchen bezogen wird; darauf die gerösteten und möglichst klein gepochten Erze in abwechselnden Schichten. — Zu einer Gicht, deren täglich 90 aufgegeben werden, gehören:

an Kalk . . . . 2 Tonnen,
an Erzen . . . . 5 Ctr.;

nämlich:

Magneteisensteine . . . 215 Pfd.
Kohleneisensteine . . . 190 „

das Uebrige ist Brauneisenerz, Thoneisenstein und Sphärosiderit. Außerdem kommen noch an Kalk 180 Pfund hinzu. Auch die Gußeisenabfälle der Hütte werden der Beschickung hinzugefügt. — Für gewöhnlich besteht die Hälfte der **Beschickung** aus Magneteisenstein, $^7/_{16}$ aus Kohleneisenstein und $^1/_{16}$ aus den sonstigen Erzen. Die Natur der hier zur Verhüttung kommenden Erze macht im Vergleiche mit oberschlesischen Verhältnissen eine wesentliche Abweichung in der Construction des Gestelles und in der Beschickung nothwendig. Die Magneteisensteine sind bekanntlich bei großer Leichtschmelzbarkeit äußerst schwer zu reduciren; es kommt daher hauptsächlich darauf an, Beschickungsverhältnisse zu wählen, durch welche eine möglichst vollkommene Reduction erreicht wird, da es keinem Zweifel unterliegt, daß der Nachtheil der leichten Schmelzbarkeit mehr und mehr aufgehalten wird, je besser es gelingt, die Reductionsfähigkeit zu befördern oder die Gelegenheit zur Reduction und Kohlung zu erweitern. — Dieser Zweck wird zunächst durch die Construction des **Gestelles**, insbesondere durch eine bedeutende Erhöhung des Obergestelles angestrebt, um der Kohlungszone eine möglichste Ausdehnung zu geben, damit die in der sogenannten Reductionszone des Ofens unvollkommen reducirten und bei der so sehr leichten Schmelzbarkeit aller Wahrscheinlichkeit nach schon innerhalb der Rast, wenigstens zum Theil, in Fluß gekommenen Erze genöthigt sind, noch einen möglichst langen Weg durch glühende Kohlen zu nehmen. Vielfache Versuche haben die **Karsten**'sche Ansicht bestätigt, daß die Kohlung des Eisens überwiegend durch den Contakt mit glühenden Kohlen bewirkt wird, und es scheint, daß dies insbesondere erst im Gestelle selbst erfolgen muß, während in den überliegenden Zonen die Kohlung durch Zersetzung der Kohlengase gleichsam nur eingeleitet, jedenfalls aber nur unvollkommen wird. Die Schmelzungszone selbst dagegen muß in der geringsten Ausdehnung gehalten werden,

weshalb unter den hiesigen Verhältnissen die Anwendung erhitzter Gebläseluft nothwendig ist, was sich auch durch die Erfahrung bestätigt hat. Der Reductionsfähigkeit der Magneteisensteine sucht man durch die Zerkleinerung zu möglichst kleinem Korne zu Hilfe zu kommen; denn die Einwirkung der Temperatur und der Gase muß um so vollkommener stattfinden, je geringer das Volumen der Erzstücke ist, und die Verbindung mit Kohle um so vollständiger sein, je größer die Oberfläche ist, welche die Erze im Verhältnisse zu ihrem Gewichte, den Gasen und der direkten Einwirkung der Kohle durch die Berührung darbieten.

Eine nicht minder wichtige Berücksichtigung verlangt der im Ofen selbst vor sich gehende chemische Prozeß. Den beiden erwähnten Eigenschaften der Magneteisensteine, ihrer leichten Schmelzbarkeit bei schwerer Reducirbarkeit, muß vor Allem auch durch die Beschickung selbst und die Ofenführung entgegen gearbeitet werden. Die große Leichtflüssigkeit der Erze macht eine Abweichung von allen hüttenmännischen Prinzipien bei der Zusammensetzung der Schlacken nothwendig. Die Beschickung muß nämlich so schwerschmelzend als möglich eingerichtet und von der Bildung glasiger oder nur an den Rändern verglaseter Schlacken ganz abgesehen, die Schlacke vielmehr vollkommen steinig gehalten werden; sie dürfte wohl kaum noch unter die Singulosilicate zu rechnen sein. — Der Magneteisenstein ist so schwer reducirbar, daß die Schlackenbildung, gegen den Grundsatz der Gleichzeitigkeit, später erfolgen muß, als die Kohlung und als eine theilweise Schmelzung der Erze erfolgt ist. Eine vorangehende oder gleichzeitige Schmelzung der Magneteisensteine und der Schlackenmaterialien, die selbstverständlich bei Bisilicaten viel früher und in höher liegenden Ofenregionen erfolgt, müßte nothwendigerweise Rohgang und eine sehr eisenhaltige Schlacke zur Folge haben, weil die Erze eben unvollkommen reducirt sind, das Eisen wenig gekohlt ist und zum Theil noch in oxydulirtem Zustande sich befindet. Bei dem geringen Gehalte an schlackebildenden Bestandtheilen der Manganeisensteine spielen diese bei der Schlackenbildung eine sehr untergeordnete Rolle und können der Umwandlung des Erzes in kohlehaltiges Eisen nicht hinderlich sein; überdies sind sie basischer Natur und deshalb nicht geneigt, die Erzstückchen einzuhüllen und so die freie Einwirkung der Gase auf das reducirte Eisen zu erschweren oder zu verhindern. — Muß man nach den so eben beleuchteten Verhältnissen hier eine möglichst schwer schmelzende Beschickung wählen, so muß dies auch von Einfluß auf den Gichtenwechsel sein, um

nämlich ein langsameres Niedergehen der Gichten zu veranlassen. Aus diesem Grunde ist die Wochenproduction, die in den besten Wochen nicht über 1600 Ctr. pro Ofen beträgt, im Verhältniß zum Eisengehalt der Magneteisensteine geringer, als auf anderen Hüttenwerken, wo eine Beschickung von gleichem Gehalte, aber günstigeren Eigenschaften verschmolzen wird. Abgesehen von der schwerschmelzend eingerichteten Beschickung ist der langsame Gichtenwechsel auch durch die schwere Reducirbarkeit der Erze und die geringe Neigung derselben, sich mit der Kohle zu verbinden, bedingt. Bei einem raschen Gichtenwechsel würden die Erze zum Theil als solche in den Herd gelangen und entkohlend auf das im Herde sich ansammelnde, ohnedieß nur dürftig gekohlte Eisen wirken. Bei einem langsameren Gichtenwechsel und einem dem entsprechenden längeren Aufenthalte in der Reductions- und Kohlungszone ist dies nicht der Fall; denn das reducirte Erz wird schon vor seiner Schmelzung eine weit größere Menge Kohle aufgenommen haben und als Roheisen in den Herd gelangen. Es folgt hieraus, daß bei den hier verschmolzenen Magneteisensteinen die Wochenproduction immer auf engere Grenzen beschränkt sein wird, in so fern nur graues Roheisen erblasen werden soll, während die Wochenproduction die doppelte Höhe erreichen könnte, wenn der Betrieb auf die Darstellung von weißem Eisen gerichtet werden dürfte. Dies wäre aber erst dann möglich, wenn der projectirte Bau einer Puddlings- und Walzwerks-Anlage auf der Vorwärtshütte zur Ausführung käme.

Die Hubertushütte in Oberschlesien, von deren Constructionsverhältnissen wir weiter oben redeten. (Studienreise, S. 159.)

Die Rohmaterialien. — Die Hubertushütte ist bestimmt, den in der Nähe auf ebenfalls Herrn von Tiele-Winkler gehörigen Gruben geförderten Brauneisenstein im Vereine mit Thoneisenstein zu verschmelzen; letzteres Erz soll erst durch Haufenröstung für den Hohofenbetrieb vorbereitet werden. — Der Brauneisenstein ist ein mulmiges Erz mit 34 Proz. Eisengehalt aus der $^3/_4$ Meilen von hier entfernten Marie-Galmeigrube; er ist sehr zinkhaltig und kommt im Hangenden des Galmei's in einer Mächtigkeit bis zu 12 Lachtern vor. Nächst diesem werden noch sand- und thonreiche mulmige Erze von Beuthen mit 20 bis 22 Proz. Eisengehalt, und mangan- und bleireiche Brauneisenerze aus der Dombrova (Beuthen) mit 24 Proz. Eisen verhüttet. — Der Thoneisenstein gehört der Steinkohlenformation an, ist sehr gutartig und wird aus den Gruben bei Myslowitz entnommen; sein durchschnittlicher Eisengehalt ist

35 Prozent. Außerdem stehen der Hütte noch Erze aus anderen Revieren zur Disposition. — Die Hütte bezieht eigene, nicht backende Kohlen aus unmittelbarer Nähe von der Florentinengrube im Königshütter Reviere. Auf dieser Grube sind zur Versorgung der Hubertushütte umfassende Ausrichtungsarbeiten vorgenommen, und ein Tiefbau durch den Grundmannsschacht angelegt, welcher noch 3 unter dem Felde der Grube liegende Flötze ausbeuten soll. Diese untern Flötze werden, nach angestellten Bohrversuchen, gute backende Kohlen liefern. — Die Steinkohlen, welche die Hütte gegenwärtig aus den obern Flötzen dieser Grube erhält, sind Sand- und Sinterkohlen, welche zwar reine, aber meistens kleine Kokes von großer Dichtigkeit geben. Von der Sinterkohle fallen Kokes von außerordentlicher Schönheit; sie sind weiß, spalten curvenartig von einem Punkte aus nach verschiedener Richtung und besitzen das geringe Gewicht von nur 160 bis 170 Pfd. pro Tonne. Die magere Kohle, welche bis jetzt den überwiegenden Theil bildet, erleidet bei der Einwirkung der Hitze eine größere Zerklüftung; die Kokes sind kleiner, dichter, und ihr Gewicht steigt bis zu 250 Pfd. pro Tonne. Die Hütte hat daher gegenwärtig kein gleichmäßig leicht zerstörbares und gleich tragfähiges Material von größerem Formate; aber sie hat dieses zu erwarten, sobald die Grube die tiefer liegenden, mächtigeren und fetteren Flötze in Abbau nehmen wird, wozu die nöthigen Anlagen gemacht sind. — Der Transport dieser Kohlen geschieht auf Eisenbahnen und nur etwa auf 20 Ruthen Länge. — Kalkstein und Sand brechen unmittelbar am Platze. Der erstere ist verschieden in seinem Gehalte an kohlensaurer Kalkerde; im härteren Gesteine ist derselbe am größten, im weicheren am geringsten. Die verschiedenen Sorten werden aber in einem solchen Verhältnisse gemengt angewendet, daß die kohlensaure Kalkerde darin mit 95 Proz. vertreten ist. — Die Kosten der Rohmaterialien loco Hütte sind die folgenden:

1 Tonne Stückkohlen . .	— Thlr.	10 Sgr.	— Pf.
1 „ Thoneisenstein .	1 „	7 „	6 „
1 „ Braunerze . .	— „	16 „	— „
1 „ Staubkohlen . .	— „	2½—3 „	— „
1 Klafter Kalksteine . .	2 „	15 „	— „

Durch die Gutartigkeit der Rohmaterialien und die geringe Entfernung ihrer Bezugsquellen vereinigt sich gerade hier an dieser Stelle Alles, was einem Hüttenwerke eine höchst günstige Zukunft sichern kann und, verbunden mit der vom Herrn Bauinspector

Nottebohm entworfenen, vortrefflichen Anlage des Ganzen und der wahrhaft gediegenen und rationellen Ausführung des Baues durch den Herrn Bauführer Dittrich, unter Oberleitung des Herrn Nottebohm, die Hubertushütte zu einer mächtigen Rivalin der benachbarten Königshütte machen wird.

Der Betrieb der Hohöfen. — Der Wind wird jedem Ofen durch 3 Formen von $2^3/_4$ Zoll Durchmesser mit 3 Pfd. Ueberdruck vorläufig im kalten Zustande zugeführt, warmer Wind konnte nämlich so lange noch nicht in Anwendung kommen, als die Erwärmungsapparate noch nicht vollendet waren. — Die Erze werden so gattirt, daß 100 Gewichtstheile enthalten:

22,15 Kiesel- und Thonerde,
42,39 Eisenoxyd und Manganoxyd,
33,84 Wasser und Kohlensäure,
1,62 Zink, Blei und Schwefel,

wozu noch auf dasselbe Gewichtsquantum treten:

5,63 Aschentheile aus den Kokes und
1,60 Rückstand aus dem Kalk,

so daß überhaupt 29,38 Theile zu verschlacken sind, was durch einen Zuschlag von 32 Kalkstein oder 17,11 reiner Kalkerde erfolgt, wo dann bei hinreichender Hitze eine dunkelgefärbte glasige Schlacke mit steinigem Kerne fällt, das Eisen leichtflüssig, im erstarrten Zustande von grauem glänzenden Kerne und einer außerordentlichen Weichheit und Festigkeit ist, so daß es in allen seinen Eigenschaften dem besten schlesischen Eisen beigezählt werden kann. — Nach dieser Qualität würde es keiner Aenderung der Beschickung bedürfen; man will aber nichts unversucht lassen, um das beste und reinste Eisen zu erblasen, wie es aus schlesischen Materialien nur irgend möglich ist; darum soll versuchweise eine hohe Erwärmung der Luft und ein dadurch ermöglichter hoher Kalkzuschlag angewendet werden, um festzustellen, in wie weit eine stark basische Schlacke die Reduction der Kieselerde verhindert und die größte Festigkeit des Eisens erreicht wird; auch soll der Ueberschuß an Kalk nicht auf die Erze, auch nicht im rohen Zustande, sondern mit den Kokes als Kalkhydrat aufgegeben werden, um neben jener Einwirkung auf die Kieselerde auch gleichzeitig die Aschentheile, welche bei der Verbrennung der Kokes sich bloß legen, schneller und leichter zu verschlacken, ferner um auch die Reaction des Hydratwassers, welches bekanntlich nur in hoher Rothglut wieder entweicht, auf den Schwefel in Kokes und Bleierzen kennen zu lernen. — Die Produktion konnte bis jetzt noch

nicht über 840 Ctr. pro Ofen und Woche gebracht werden, da der Gichtenwechsel trotz des großen und stark gepreßten Windquantums nicht die Lebhaftigkeit hat, welche sich sonst bei einem festen, groben, gleichmäßig leicht zerstörbaren Brennmaterial mit geringerer Pressung erreichen läßt; es ist aber hauptsächlich das kleine Format der Kokes und die öftere Anhäufung von Lösche im Gestelle, welche die Lockerheit der Schmelzsäule beeinträchtigt und das Aufsteigen der Gase, sowie die Ausdehnung der Schmelzzone behindert; dagegen ist der Verbrauch an Kokes pro Ctr. Roheisen ein mäßiger, indem er durchschnittlich nur 1 Tonne beträgt. — Die auf der Hütte vorhandenen Kokesöfen sind offen (Schaumburger), haben bei einer Länge von 60 Fuß 8¼ Fuß Breite und 3 Fuß Höhe und fassen je 160 Tonnen Kohlen; jeder Doppelofen besteht aus zwei äußern Wänden und einer gemeinschaftlichen Mittelwand, letztere mit 36 kleinen Essen, durch welche die brennenden Gase entweichen. Die Verkokung beginnt bei einer schwachen Decke von Lösche an der äußern Wand und schreitet horizontal nach der Mittelwand vor; ist sie beendigt, so werden die Essen und Luftlöcher verstopft, die Decken verstärkt und mit 24stündigem Stehen die noch schwach glühenden Kokes mit Wasser gelöscht; nach weiteren 24 Stunden, in welcher Zeit das Wasser wieder verdunstet, können die Kokes zur Verwendung kommen.

Der Kokeshohofen zu Mühlofen, zu der landesherrlichen Saynerhütte im Bonner Oberbergamts-District gehörig (Preuß. Zeitschrift, IX, A, 134), erreichte mit Schluß des Jahres 1860 bei regelmäßigem Betriebe die 156²/₇ Betriebswoche und erzeugte 137842 Ctr. lichtgraues Puddelroheisen, also wöchentlich 2636 Ctr., oder täglich 37000 Pf. Der Materialienverbrauch zu 100 Pfd. Roheisen betrug:

an Eisenstein	0,343	Tonnen	oder 237,53	Pfd.
„ Kalkstein	0,142	„	„ 85,56	„
„ Kokes	0,708	„	„ 140,25	„

Die Eisenerze wurden zu 42,1 Proz. oder auf die Tonne zu 291 Pfd. ausgebracht und bestanden durchschnittlich aus 42 Proz. Braun- und 30 Proz. Spatheisenstein von den Königl. Gruben zu Horhausen, so wie aus 28 Proz. Rotheisenstein von der Lahn, wozu 40 bis 42 Proz. Kalkstein zugeschlagen wurden. Auf 49 Ctr. dieser Beschickung wurden 10 Tonnen = 1979,5 Pfd. Kokes (0,7 Saar- und 0,3 Ruhrkokes) aufgegeben. Bei 2¼ bis 2¾ Pfd. Pressung auf den Quadratzoll des 90° bis 130° R. heißen Gebläsewindes gingen in 24 Stunden 27 Gichten nieder.

Die Hohöfen zu Meppen in Ostfriesland, deren Con-

structionsverhältnisse weiter oben erörtert worden sind, nehmen unsere Aufmerksamkeit ganz besonders deshalb in Anspruch, da in denselben Rasenerze mit Kokes verschmolzen werden. (Zeitschr. der deutschen Ingenieure, Bd. V, S. 7 ff., 44 ff.) — Die Rasenerze sind entweder: 1. sandige oder kieselsäurehaltige; 2. phosphorsäurehaltige; 3. kieselsäure= und phosphorsäurehaltige.

Die erstern lagern mehr an den höhern und trocknern Punkten der Haide, haben nur eine schwache Decke und die 1000 Pfd. kosten auf der Hütte 22 bis 25 Sgr. Als allgemeiner Durchschnittssatz wurde nach den Analysen bei der Verhüttung angenommen:

57	Proz. Eisenoxyd mit 40 Proz. Eisen,
20	= Kieselsäure und Sand,
16 bis 20	= Hydrat und hygrosk. Wasser,
2 = 3	= Phosphorsäure.
100	

Die zweite Erzsorte ist auf einem niedrigen, fast immer überschwemmten Terrain auf Thon abgelagert und hat nur eine geringe Decke, ist sehr wenig mechanisch verunreinigt, dagegen sehr phosphorhaltig, wird unter dem Wasser mit durchbrochenen Schaufeln gewonnen. Sie wurden in Meppen nur wenig, dagegen aber viel auf der Hörder Hütte, mit Kohleneisenstein gattirt, verschmolzen und enthalten auf 40 Proz. Eisen.

Die dritte Sorte hat eine stärkere Decke, ist unreiner als die vorhergehenden, aber auch etwas reicher an Eisen.

Der Thoneisenstein, welcher auf der Meppener Hütte ebenfalls verschmolzen wird, kommt an den Ufern der Ems in regelmäßigen Lagen unter einem Sandabraum, in sphäroidischen, nieren= und plattenförmigen Stücken vor. Auf der Hütte kosten die 1000 Pfd. etwa 1 ½ Thlr.

Der Durchschnittsgehalt aller Sorten ergiebt 30 Proz. Eisen.

Kalkstein konnte von 2 Punkten bezogen werden und kosteten die 1000 Pfd. auf der Hütte etwa 15 Sgr.

Die günstige Lage der Hütte gestattete den ungehinderten Bezug sowohl englischer als westphälischer Kokes; da aber die letztern wohlfeiler und in der Qualität wenig verschieden von den erstern sind, so giebt man den aus Bochum bezogenen Kokes, deren Aschengehalt 10 Proz. beträgt, den Vorzug.

Die Verhüttung der Rasenerze mit Kokes unterscheidet sich insofern von der Verhüttung derselben mit Holzkohlen, als die geringe Hitze, bei welcher der Hohofenprozeß im Holzkohlenhohofen

vor sich geht, die Anwendung einer weit mehr Kieselsäure enthaltenden Schlacke gestattet, und daß auch bei der günstigsten Schlackenzusammensetzung die Einwirkung der Nebenbestandtheile der Kokes auf das schon fertig gebildete Roheisen nicht ganz beseitigt werden kann. Die Steigerung des Kalkzuschlages findet bei Erzen, welche nur Kieselsäure als Schlacken gebendes Material enthalten, in der Strengflüssigkeit der basischen Kalksilicate bald seine Grenzen, so daß, um dieser entgegenzuwirken, die Herstellung eines Doppelsilicates von Thonerde und Kalk geboten erscheint. Zwar wird die Anwendung einer sehr stark erhitzten Gebläseluft in den meisten Fällen genügen, ein zu strengflüssiges Kalksilicat in gehörigem Fluß zu halten, allein mit der Steigerung dieses Mittels wächst auch wieder die Gefahr der Aufnahme des Siliciums im Roheisen, welcher eben durch den vermehrten Kalkzuschlag entgegengewirkt werden sollte. Es ist mit diesem Mittel um so vorsichtiger umzugehen, je unreiner die Kokes sind, da die Silicate der Erze und des Kalkes schon verschlackt sind, wenn sie mit dem flüssigen Roheisen in Berührung kommen, während die Silicate der Kokes erst in der Verbrennungszone gleichzeitig mit dem Eisen und der Schlacke in Wechselwirkung kommen. Während der kurzen Zeit dieser Wechselwirkung kann aber auch die basische Schlacke den Einfluß der an Kieselsäure reichen Aschenbestandtheile der Kokes auf das schon fertig gebildete Roheisen nicht verhüten, weil ein vollständiges Absorbiren der in jedem Augenblick sich neu ansammelnden Aschentheile undenkbar ist. Es folgt hieraus, daß der Einfluß, den unreine Kokes auf die Qualität des Eisens haben, durch eine Vermehrung des Kalkzuschlages nicht beseitigt werden kann, und daß dieselben dort am meisten vermieden werden müssen, wo entweder die Gefahr einer leichten Aufnahme des Siliciums schon vorhanden, oder wo die Anwendung einer stark erhitzten Gebläseluft geboten erscheint.

Durch diese und ähnliche Verhältnisse erleidet der Satz, daß unter sonst gleichbleibenden Verhältnissen und bei normalem Ofengang die Qualität des Roheisens von der Zusammensetzung der Schlacke abhängig sei, einige Einschränkungen, durch welche dann wieder die Verschiedenheiten in der Ofenconstruction, der Betriebsführung u. s. w. bedingt sind. Es folgt daraus, daß jeder Ofenbetrieb, neben der sicheren theoretischen Grundlage, einen gewissen Erfahrungsschatz erfordert, der erst in der Zeit gewonnen werden kann.

Im vorliegenden Fall erhielten die Fragen nach der zweckmäßig-

sten Ofenconstruction und nach der angemessensten Beschickung um so mehr Gewicht, als es fast vollständig an einschlagenden Erfahrungen fehlte, und nur die Verhüttung des Blackbands einigermaßen das ergänzen konnte, was die Erfahrungen beim Betriebe auf Potterieeisen fraglich gelassen hatten. Dabei mußte jedoch berücksichtigt werden, daß im letzteren Fall die Aufnahme von Silicium unschädlich, die von Phosphor aber erwünscht ist, während beim Verschmelzen des Blackbands der hohe Thongehalt der Beschickung, welcher in den Schlacken der schottischen Oefen fast stets 20 Proz. übersteigt, einer Aufnahme von Silicium entgegenwirkt, aber trotzdem letztere nicht verhindern kann.

Es wurde deshalb beschlossen, zwar die Verhältnisse der schottischen Oefen zum Muster zu nehmen, aber dabei mit der Anwendung der erhitzten Gebläseluft vorsichtig vorzugehen, bis entweder die Natur der als zweckmäßig erkannten Schlackenverbindung, oder das Verhalten des erblasenen Roheisens ein weiteres Vorgehen erforderlich machen würden.

Die Frage nach der passendsten Beschickung eines Erzes ist in den meisten Fällen von weit größerer Bedeutung für den Erfolg, als die nach der passendsten Ofenconstruction, da sich die Dimensionen der eigentlichen Schmelzräume im Laufe des Betriebes von selber reguliren, die Zusammensetzung der Schlacke aber von vorn herein die Qualität des Eisens mehr oder weniger bedingt. Für die Inbetriebsetzung eines neuen Wirkens und die Verarbeitung von bislang unbenutzten Materialien ist es aber zunächst Aufgabe, einen regelmäßigen und ungestörten Ofenbetrieb herzustellen, da nur ein solcher ein richtiges Urtheil über die Zweckmäßigkeit der getroffenen Wahl und den Einfluß der stattfindenden Aenderungen in der Beschickung gestattet.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, wurde die Möllerung zunächst so bestimmt, daß die daraus berechnete Zusammensetzung der Schlacke mit derjenigen der neueren Hohofenwerke annähernd übereinstimmte, welche sich anerkanntermaßen eines guten Betriebes erfreuten. Nachdem dann die Wirkung derselben sowohl für den Betrieb mit reinen Rasenerzen als auch für eine Möllerung mit Thoneisensteinen erprobt war, konnte alsdann der als zweckmäßig erfundene Weg zur Verbesserung der Qualität des erzeugten Roheisens mit Sicherheit betreten werden.

Der in den ersten Betriebswochen verschmolzene Möller bestand demnach aus 90 Karren Rasenerz, 30 Karren Thoneisenstein und

60 Karren Rheiner Kalkstein. Das Durchschnittsgewicht dieser Materialien war nach wiederholten Versuchen für den preuß. Cubikfuß

Raseneisenstein . . .	91	Pfd.
Thoneisenstein . . .	105	=
Rheiner Kalkstein . .	84	=

gefunden worden, so daß sich das Gewichtsverhältniß der Möllerleerung ungefähr auf 50 Proz. Rasenerz, 20 Proz. Thoneisenstein und 30 Proz. Kalkstein stellt. Der Kalksteinzuschlag stellt sich demnach auf circa 45 Proz. des Erzquantums.

Die Kokesgicht war in der Zwischenzeit von 1500 Pfd. auf 2750 und schließlich auf 3000 Pfd. gebracht worden, und der Ersatz für dieselbe nach und nach auf 7200 Pfd. gesteigert. Die Zusammensetzung einer Gicht berechnet sich demnach, wenn der Aschengehalt der Kokes durchschnittlich zu 10 Proz. angenommen, und für die übrigen Materialien die vorhin erwähnten Durchschnittsanalysen berücksichtigt werden, wie folgt:

			Kieselsäure	Thonerde	Kalkerde	Eisen
3600 Pfd.	Rasenerz . .	=	720	—	—	1440
1440 =	Thoneisenstein	=	216	72	144	432
2160 =	Kalkstein . .	=	194	65	1015	—
3000 =	Kokes . . .	=	150	150	—	—
			1280	287	1159	1872

Die Zusammensetzung der Schlacke müßte demnach ungefähr gleich sein:

46	Proz.	Kieselsäure,
41,5	=	Kalk,
10,5	=	Thonerde,
2	=	Diverse.

Eine von Herrn Dr. v. d. Mark in Hamm angestellte Untersuchung der Schlacken ergab dagegen:

47,56	Proz.	Kieselsäure,
10,48	=	Thonerde,
40,73	=	Kalk,
0,63	=	Magnesia,
0,97	=	Schwefel.

Der Grad der Uebereinstimmung zwischen der Rechnung und

der Untersuchung ist ein ziemlich zufriedenstellender, und berechtigt deshalb zu der Annahme, daß die für die mittlere Zusammensetzung angenommenen Zahlen der Wirklichkeit entsprechen.

Der Ofen war am 4. Decbr. 1859 angeblasen worden. In der ersten Hälfte des Januars wurde der Satz von 7250 Pfd. Möller auf 3000 Pfd. Kokes erreicht und damit die Periode der allmäligen Steigerung des Satzes geschlossen.

Die Charaktere des Ofenganges waren zu dieser Zeit folgende:

Die Schlacke war zum größten Theil steinig mit 1 bis 3 Linien starkem und von bläulichen Streifen begrenztem glasigen Rande. Die Farbe des steinigen Theils der Schlacke war lichtgrau. Beim Begießen mit Wasser bildete sich fast durchgehends schneeweißer Gaarschaum, welcher den bekannten Schwefelwasserstoffgeruch entwickelte und in der warmen Hand lebhaft knisterte. Die Schlacke floß leicht und zeigte überhaupt in ihrem ganzen Verhalten, daß der Ofenprozeß mit großer Regelmäßigkeit vor sich ging. Die Abstiche erfolgten zwölfstündig, die Arbeiten im Gestell des Ofens waren sehr leicht, da zwischen je 2 Abstichen eine einmalige Reinigung genügte und dabei fast nie Ansätze, Löscheklumpen und dergleichen zu beseitigen waren.

Der Gebläsewind wurde auf 120 bis 150° C. erhitzt und mit $2\frac{1}{2}$ Pfd. Pressung in den Ofen geblasen. Der Gesammtquerschnitt der Düsen blieb dabei auf circa 10 Quadratzoll beschränkt, weil eine Vermehrung der Produktion nicht eher stattfinden sollte, bis die Qualitätsfrage entschieden war. Die dem Ofen zugeführte Windmenge berechnet sich darnach auf circa 1500 Cbkfß. pro Minute; die entsprechende Tagesproduktion betrug circa 20000 Pfd.

Das erblasene Roheisen war sehr dünnflüssig und hitzig. Es floß ohne Funken zu werfen, füllte die Formen gut aus und erstarrte mit glatter, ebener Oberfläche. Nach dem Erkalten zeigte das Eisen eine lichtgraue Bruchfläche, mit einzelnen feinen weißen Pünktchen. Auch beim günstigsten Verhältniß des Brennmaterials zum Erz war das erblasene Roheisen nicht zur Graphitausscheidung zu bringen, so daß nur einzelne Abstiche als Gießerei-Roheisen Nr. 3 angesehen werden konnten.

Es wurden nun einige Abstiche einem Probe-Puddeln unterworfen und gleichzeitig Herr Dr. v. d. Mark in Hamm ersucht, eine chemische Untersuchung des Eisens vorzunehmen. Das Resultat dieser Untersuchung war folgendes:

	graues Roheisen	halbirtes Roheisen	weißes Roheisen
Graphit . . .	2,7750	1,7875	—
Kohle	nicht best.	0,5045	6,000
Schwefel . .	0,1238	0,1875	0,5012
Silicium . .	3,8480	nicht best.	2,7936
Phosphor . .	1,8117	nicht best.	1,8200
Arsenik . . .	0,0650	nicht best.	0,1500

Rechnen wir für das graue Roheisen ebenfalls 0,5045 Proz. chemisch gebundene Kohle, wie beim halbirten, so stellt sich die Gesammtsumme der Unreinigkeiten beim grauen Eisen auf 9,1580 Proz. und beim weißen Eisen auf 11,2648 Proz.

Fällt auch vor allen Dingen die Größe der Summe der schädlichen Beimengungen in die Augen, welche für das graue Eisen 5,8485 und für das weiße Eisen 5,2648 beträgt, so ist doch nicht minder der hohe Kohlengehalt des weißen auffallend. Es ist daraus zu entnehmen, daß die Kohlung des Eisens durch den Phosphor- und Siliciumgehalt desselben nicht wesentlich gehindert wird, während aus dem ganzen Gange des Ofenbetriebes gefolgert werden kann, daß die Umwandlung des weißen Eisens in graues durch die Aufnahme dieser Stoffe erschwert wurde.

Der Einfluß einer stärker erhitzten Schmelz- und Verbrennungszone, bei welcher graues Eisen zu erfolgen pflegt, auf den Siliciumgehalt des Roheisens tritt überzeugend hervor, während der Phosphorgehalt in beiden Fällen gleich bleibt, und nur der Schwefel in der stärker erhitzten Orydationszone vollständiger in die Schlacke überzugehen scheint.

Nach dem Ergebniß dieser Analysen war voraus zu sehen, daß das Resultat der Puddelversuche ein sehr ungünstiges sein werde. Das Eisen schmolz leicht und dünnflüssig ein, bildete eine große Menge roher Schlacken, welche fast beständig abgelassen werden mußten und bei längerem Betriebe den Herd durchfraßen, frischte langsam, so daß nur eine geringe Zahl von Chargen in einer bestimmten Zeit erfolgte, und gab, bei großem Abgang, ein geringes, kaltbrüchiges Produkt.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß es hauptsächlich der hohe Siliciumgehalt war, welcher dieses schlechte Resultat herbeiführte. Der Einfluß des Siliciums auf den Puddelprozeß wurde in diesem Falle noch durch den Phosphorgehalt des Roheisens verstärkt, welcher ganz ähnlich wie das Silicium zu wirken scheint.

Durch die stattfindende Oxydation des Siliciums wird eine zu hoch silicirte Schlacke im Puddelofen erzeugt, welche dadurch zur Erzeugung eines guten Stabeisens unbrauchbar wird. Es stehen nämlich auch beim Puddelprozeß Schlacke und Eisen in einem innigen Zusammenhange, so daß von der einen auf die Qualität des anderen geschlossen werden kann. Nach den bisherigen Erfahrungen darf ein gutes Puddel-Roheisen nicht leicht über 1,5 Proz. Silicium haben. Eine an Kieselsäure reiche, rothflüssige leichte Schlacke bedingt stets ein rohes grobkörniges Luppeneisen, welches nur für Schienenköpfe und dergleichen verwandt werden kann, wogegen eine an Kieselsäure arme Schlacke, die weißflüssig, schwer, gaar ist, die Fabrikation eines guten Eisens bedingt.

Es war nun Aufgabe, der Aufnahme des Siliciums ins Roheisen nach Kräften entgegen zu arbeiten, und wurde deshalb sofort mit einer Steigerung des Kalkzuschlages vorgegangen. Gleichzeitig wurde die Windpressung, da die dichten englichen Kokes durch leichtere und porösere westphälische ersetzt wurden, von $2\frac{1}{2}$ auf $1\frac{1}{2}$ Pfd. ermäßigt und verhältnißmäßig weitere Düsen eingelegt. Gleichzeitig mit der Steigerung des Kalkzuschlages wurde auch der Gebläsewind stärker erhitzt, in den übrigen Betriebsverhältnissen aber weiter keine Aenderung von Bedeutung getroffen, da der Gaarschaum auf heller Schlacke bewies, daß der Ofenprozeß regelmäßig und bei guter Hitze vor sich ging. Uebrigens steht der Gaarschaum mit der über die Qualität allein entscheidenden Sättigungsstufe des Silicates nur insofern im Zusammenhang, als eine sehr basische Schlacke, welche unter Umständen das beste Roheisen liefert, keinen Gaarschaum mehr zeigt.

Der Kalksteinzuschlag wurde nach und nach von 45 auf 50 und 60 Proz. des Erzquantums gebracht. Eine Abnahme des Siliciumgehaltes im Roheisen machte sich sofort durch eine vermehrte Festigkeit desselben bemerkbar. Eine Reihe von Schlackenuntersuchungen ergab auch bald als überzeugendes Resultat, daß die Vermehrung der Festigkeit des Roheisens im Verhältniß stand zur Sättigungsstufe der Kieselsäure in der Schlacke. Während die Masseln in der ersten Periode beim ersten Schlage mit einem kräftigen Zuschlaghammer entzwei sprangen, waren bei der jetzigen Möllerung häufig 15 bis 20 Schläge dazu erforderlich.

Die bezügliche Möllerung bestand aus 175 Karren Rasenerz, 25 Karren Thoneisenstein und 136 Karren Rheiner Kalk, woraus nach den früheren Angaben eine Zusammensetzung des Möllers von

53 Proz. Rasenerz, 9 Proz. Thoneisenstein und 38 Proz. Kalk folgt, so daß der Kalksteinzuschlag circa 60 Proz. des Erzquantums ausmachte. Die Zusammensetzung einer Gicht von durchschnittlich 7300 Pf. Möller auf 3000 Pfd. Kokes berechnet sich darnach wie folgt:

			Kieselsäure	Thonerde	Kalkerde	Eisen
3875 Pfd.	Rasenerz . .	=	775	—	—	1550
650 „	Thoneisenstein	=	98	32	65	195
2775 „	Kalkstein . .	=	250	83	1304	—
3000 „	Kokes	=	150	150	—	—
			1273	265	1369	1745

Die hieraus berechnete Schlacke erhält dann die Zusammensetzung:

42,7 Proz.	Kieselsäure,
9,3 „	Thonerde,
46,0 „	Kalkerde,
2,0 „	Diverse,
100	

Die Untersuchung ergab dagegen:

Kieselsäure . .	38,10	40,27
Thonerde . . .	12,09	11,73
Kalkerde . . .	47,85	46,21
	98,04	98,21

Der Ofengang war auch bei dieser Schlacke sehr regelmäßig, dagegen hatten sich die Eigenschaften derselben geändert. Der glasige Rand war fast unmerklich geworden, dafür begann die Oberfläche der Schlacken eine grauweiße Färbung anzunehmen. Ueberhaupt zeigte sich die Schlacke in ihrem ganzen Verhalten trockener, schwerer, steiniger, so daß auch der Gaarschaum weniger weiß, leicht und zerreiblich sich zeigte. Das Eisen wurde bei dieser Schlacke zusehends grauer und stieß beim Abstich feine Graphitblättchen aus. Es zeigte sich zum Gießereibetrieb bereits recht gut geeignet, so daß feine Zierrathen direkt aus dem Hohofen gegossen werden konnten; auch wurde eine Quantität als Gießereieisen Nr. 2 verkauft.

Herr Apotheker Bädecker in Witten wurde mit einer Analyse dieses Eisens beauftragt und ergab dieselbe nachfolgendes Resultat:

	dunkelgraues Roheisen	lichtgraues Roheisen
Silicium . . .	2,22	2,39
Phosphor . . .	0,72	0,55

Die Abnahme des Siliciumgehaltes ist hiernach ziemlich bedeu-

tend, obgleich immer noch nicht genügend für die Erzeugung eines guten Puddelroheisens. Desto auffälliger ist die Abnahme des Phosphorgehaltes, und wenn nicht bei der Untersuchung ein Versehen vorgekommen ist, so muß man mit Herrn Bädecker sein Erstaunen darüber ausdrücken, daß in einem aus Rasenerzen erblasenen Roheisen der Phosphorgehalt so gering sein kann.

Es war nun dargethan, daß der betretene Weg zum Ziele führen konnte. Eine Besprechung mit dem bekannten Hüttentechniker Peters führte zu der Ansicht, daß mit der Steigerung des Kalkes mindestens so lange fortgefahren werden müsse, bis der Kalkgehalt der Schlacke gleich der Summe von Kieselsäure und Thonerde sei.

Bevor jedoch diese weitere Steigerung vorgenommen wurde, mußte eine Frage erledigt werden, welche sich bei den umfassenden Untersuchungen der letzten Zeit lebhaft aufgedrängt hatte, obgleich nämlich der Fortschritt im Allgemeinen nicht zu verkennen war. Die Ursache konnte nur in der sehr variirenden Zusammensetzung eines Rohmaterials gesucht werden und führte die genauere Untersuchung bald zur Einsicht, daß die Wintervorräthe von Rheiner Kalk von durchaus wechselnder Zusammensetzung waren, der Gehalt an unlöslichen Silicaten schwankte zwischen 6 und 20 Proz., so daß, da sich ein äußeres Merkmal zur Abschätzung und Sortirung derselben nicht darbot, eine regelmäßige Möllerung kaum denkbar war. Es wurde nun beschlossen, sofort den Rheiner Kalkstein durch den Salzbergener zu ersetzen, bis dahin aber, daß dieses geschehen könne, mit der Steigerung des Zuschlags fortzufahren.

Ein Unfall bei den Pumpen der Betriebsmaschine und eine darauf folgende längere und hartnäckige Betriebsstörung führte hierin einige Zögerung herbei; es wurde aber gleich nach Beseitigung derselben damit fortgefahren und beispielsweise 100 Karren Erz mit 75 Karren Rheiner Kalk gemöllert, so daß der Kalkzuschlag circa 70 Proz. des Erzquantums betrug. Beim Eintreffen des Salzbergener Kalkes wurden dann jene 75 Karren Rheiner Kalk durch 60 und später durch 56 Karren Salzbergener ersetzt.

Die Schlacke war bei dieser Möllerung durchaus steinig, mit fast weißer, kreideähnlicher Oberfläche. Beim Begießen mit Wasser blähte sie kaum oder gar nicht auf und zeigte am Schlackenspieß durchaus keine Neigung zum Fadenziehen. Die erkaltete Schlacke zerfiel gewöhnlich sofort zu Pulver. Das erblasene Roheisen war durchaus grau und grobkörnig, so daß es als Gießereieisen Nr. 1

verkauft werden konnte und beim Abstich die ganze Renne mit großen Graphitblättern übersäet war.

Der Uebergang vom Rheiner zum Salzbergener Kalkstein machte sich dabei sofort sowohl an der Schlacke, als am Roheisen bemerkbar, indem beim Eintreffen des ersteren die Schlacke fetter, die Graphitblättchen feiner und das Eisen weniger grau und grobkörnig wurde, während beim Eintreffen des letzteren die entgegengesetzten Erscheinungen eintraten. Dagegen wurde beim Rheiner Kalk die Schlacke nie so trocken, daß Gefahr für den Ofen zu befürchten stand, während derselbe beim Salzbergener Kalk zweimal zu ersticken drohte.

Die Zusammensetzung dieser Schlacke bestand aus:

	I.	II.	III.
Kieselsäure . . .	36,54	36,61	36,27
Thonerde	14,01	12,04	10,26
Kalkerde	48,30	49,35	52,03
	98,85	98,00	98,56

Die Schlacke unter I ist bei einer Möllerung mit Rheiner Kalk, die unter III, während derselbe durch Salzbergener Kalk im Verhältniß von 75 : 60 ersetzt war, und die unter II bei dem späteren Verhältniß von 75 : 56 gefallen. Die Schlacke unter II hat im Allgemeinen das beste Resultat geliefert, indem die unter III zwar ein gutes Eisen lieferte, aber in kurzer Zeit den Ofen vollständig zubaute.

Eine Untersuchung des grauen, grobkörnigen Gießereieisens ergab:

1,6 Proz. Silicium.

Es läßt sich daraus abnehmen, daß bei einem Betriebe auf Puddel-Roheisen der Siliciumgehalt desselben noch unter 1,5 Proz. fallen wird.

Bei diesem Betriebe war die Kokesgicht wieder wie im Anfang 1500 Pfd. Kokes, die entsprechende Erzgicht 3750 Pfd. Möller. Der Wind war auf 300 bis 360 Grad erhitzt und wurde mit $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Pfd. Pressung in den Ofen geblasen.

Als Resultat der bisher mitgetheilten Erfahrungen läßt sich nun Folgendes feststellen:

1. Ein gutes Gießereiroheisen ist aus nicht allzu unreifen Rasenerzen bei guten Kokes, heißem Wind und sehr basischer Schlacke darstellbar.

2. Die Produktion eines brauchbaren Puddelroheisens ist ebenfalls möglich, wenn auf Auswahl und Vorbereitung der Schmelz-

materialien größere Sorgfalt verwandt wird; namentlich wird erforderlich sein, den Rheiner Kalk durch ein reineres und kieselfreies Material zu ersetzen, und als Brennmaterial nur möglichst aschenfreie Kokes zu verwenden.

3. Die Zusammensetzung der Schlacke muß in beiden Fällen so beschaffen sein, daß die Summe von Kieselsäure und Thonerde gleich, aber noch etwas kleiner ist, als der Kalkgehalt derselben.

Bezeichnet man das Sättigungsverhältniß der Schlacke dadurch, daß man die Summe von Kieselsäure und Thonerde durch den Kalkgehalt der Schlacke dividirt, so läßt sich der Einfluß der basischen Schlacke auf die Qualität des Roheisens durch folgende Zahlen ausdrücken:

$$\frac{\dddot{\text{Si}} + \dddot{\text{Al}}}{\dot{\text{Ca}}} = 1{,}42$$ entspricht einem Siliciumgehalte des Roheisens von 3,848 Proz.

$$\frac{\dddot{\text{Si}} + \dddot{\text{Al}}}{\dot{\text{Ca}}} = 1{,}12$$ entspricht einem Siliciumgehalte des Roheisens von 2,22 bis 2,39 Proz.

$$\frac{\dddot{\text{Si}} + \dddot{\text{Al}}}{\dot{\text{Ca}}} = 0{,}98$$ entspricht einem Siliciumgehalte des Roheisens von 1,6 Proz.

Dabei darf nicht unberücksichtigt bleiben, daß mit der Vermehrung des Kalkzuschlages eine Erhöhung der Temperatur des Gebläsewindes Hand in Hand ging und dadurch die Verhältnisse für die Aufnahme des Siliciums sich wieder günstiger gestalten. Die entsprechenden Hitzgrade betragen für die angeführten Fälle der Reihe nach 129 bis 150° C., 225 bis 250° C. und 300 bis 360° C.

Auf den Phosphorgehalt des Roheisens scheint die Sättigungsstufe der Schlacke ebenfalls einzuwirken. Nach den mitgetheilten Analysen scheint es sogar, als ob der Einfluß der Schlacke auf denselben noch durchgreifender wäre, als auf den Siliciumgehalt. Es darf dabei jedoch nicht vergessen werden, daß der Phosphorgehalt des Roheisens, als von lokalen Einflüssen abhängig, innerhalb geringer räumlicher Grenzen vielfach wechselt, so daß also momentan ein Erz von relativ geringem Phosphorgehalt zur Verhüttung kommen kann. Daß aber ein Theil des Phosphors sicher in die Schlakken übergeführt wird, scheint daraus hervorzugehen, daß auch ein

Phosphorgehalt von 1,8 Proz. immer noch geringer ist, als er nach dem Phosphorsäuregehalte der Erze sein müßte, wenn sämmtlicher Phosphor derselben ins Roheisen überginge. Es ist jedoch klar, daß die mitgetheilten Analysen zur Entscheidung dieser Frage nicht ausreichen können.

Da nun bislang in der Schlacke keine oder nur Spuren von Phosphorsäure aufgefunden worden sind, so wäre dieses vielleicht dadurch zu erklären, daß die Phosphorsäure sich als phosphorsaure Thonerde in der Schlacke befindet, und da diese sehr schwer schmelzbar und fast unlöslich ist, mit der Kieselsäure zusammen geblieben und als solche bestimmt worden ist.

Anderseits mag noch bemerkt werden, daß der Hr. Dr. v. d. Mark gegen Hrn. Sudhaus behauptet hat, es sei in den Gichtansätzen (Gichtschwamm) des Dülmener Hohofens Phosphor aufgefunden worden.

Der Materialverbrauch auf 1000 Pfd. Roheisen ergiebt sich leicht aus der früher mitgetheilten Zusammensetzung der Gichten. Bei einem Sättigungsverhältniß der Schlacke gleich 1,42 und einer Temperatur des Gebläsewindes von 125 bis 130° C. wurden zu 1000 Pfd. lichtgrauem bis halbirtem Roheisen verbraucht:

2000 Pfd. Rasenerz,
750 „ Thoneisenstein,
1150 „ Rheiner Kalk,
1600 „ Kokes.

Bei einem Sättigungsverhältniß der Schlacke gleich 1,12 und einer Temperatur des Gebläsewindes von 225 bis 250° C. wurden verbraucht, um 1000 Pfd. licht- bis dunkelgraues Eisen darzustellen:

2220 Pfd. Rasenerz,
375 „ Thoneisenstein,
1600 „ Rheiner Kalkstein,
1720 „ Kokes.

Endlich wurden bei einem Sättigungsverhältniß der Schlacke 0,98, einer Windtemperatur von 300 bis 360° C. und bei der Darstellung eines sehr grauen und grobkörnigen Gießereieisens verbraucht:

1450 Pfd. Rasenerz,
1450 „ Thoneisenstein,
1850 „ Rheiner Kalkstein,
1800 „ Kokes,

oder

2000 Pfd. Rasenerz,
750 „ Thoneisenstein,
1400 „ Salzbergener Kalk,
1600 „ Kokes.

An guten westphälischen Steinkohlen wurden pro 1000 Pfd. Roheisen gebraucht

1. für die Dampfkessel . . 350 bis 400 Pfd.
2. für den Windheizapparat 120 „ 130 „

so daß die Ausgaben dafür ungefähr 1 Thlr. 7 1/2 Ngr. betragen. Durch die Benutzung der Gichtgase wird sich diese Ausgabe jedoch sicher auf 15 Sgr. ermäßigen lassen.

Die Selbstkosten des Roheisens betrugen demnach für die erste Betriebsperiode für:

2000 Pfd.	Rasenerz .	à mille	25 Ngr.	1 Thlr.	20 Sgr.
750 „	Thoneisenstein	à „	1 1/2 Thlr.	1 „	3 3/4 „
1150 „	Kalkstein . .	à „	15 Sgr.	— „	17 1/4 „
1600 „	Kokes . . .	à „	4 1/6 Thlr.	6 „	20 „
	Arbeitslöhne			1 „	— „
	Heizung			— „	15 „
	Generalkosten			1 „	— „
			Summa	12 Thlr.	16 Sgr.

Durch die Steigerung des Kalkzuschlags und den stärkeren Zusatz von Thoneisenstein stiegen dann die Selbstkosten auf:

1450 Pfd.	Rasenerz . .	1 Thlr.	6 1/4 Sgr.
1450 „	Thoneisenstein .	2 „	5 1/4 „
1850 „	Kalk	— „	27 3/4 „
1800 „	Kokes . . .	7 „	15 „
	Arbeitslöhne	1 „	— „
	Heizung	— „	15 „
	Generalkosten	1 „	— „
	Summa	14 Thlr.	9 1/4 Sgr.

während eine Verminderung der Thoneisensteine und die Ersetzung des Rheiner Kalksteins durch Salzbergener folgendes Resultat ergab:

Beim Verschmelzen von 3/4 Rasenerz und 1/4 Thoneisenstein betrugen die Selbstkosten 12 Thlr. 20 Sgr.

Beim Verschmelzen von Rasenerz 12 Thlr.

Es erhellt hieraus, welchen Einfluß die zweckmäßige Auswahl der Schmelzmaterialien und die Art der Gattirung auf die Selbst-

kosten ausüben. Zugleich ist aber auch hiermit der Beweis geführt, daß durch sorgfältige Vor- und Aufbereitung der Erze nicht nur die Qualität verbessert, sondern auch die Selbstkosten verringert werden. Gelänge es z. B. den Kieselsäuregehalt der Rasenerze auf 15 Proz. zu bringen, so würden die Selbkosten des Roheisens nur 11 ½ Thlr. betragen. Hierbei ist stets vorausgesetzt, daß die Gase zur Heizung mitbenutzt werden; so lange dieses nicht der Fall ist, werden die Selbstkosten pro 1000 Pfd. um circa 20 Sgr. höher kommen.

Werfen wir nun noch einen Rückblick auf die allgemeinen Verhältnisse des Werks, so fällt in die Augen, daß neben der kaum bewältigten Qualitätsfrage die Brennmaterialfrage sich fast zu gleicher Bedeutung erhebt, da mehr als die Hälfte des Selbstkostenpreises auf Rechnung der Kokes fällt. Zwar halten die billigen Rasenerze den hohen Kokespreisen einigermaßen das Gleichgewicht, allein dieses günstige Verhältniß wird wieder dadurch beeinträchtigt, daß aus Rücksicht auf die Qualität der Ofen mit ungeheuren Kalkmengen belastet werden muß. Es ist dieserhalb die möglichst sorgsame Reinigung der Rasenerze und der sparsame Gebrauch der Thoneisensteine Bedingung für die Lebensfähigkeit des Werkes.

Welchen Einfluß die Gattirung der Erze auf den Kokesverbrauch haben kann, ist schon vorhin gezeigt; es soll hier deshalb schließlich noch ein Vergleich mit dem Kohlenverbrauch anderer Werke angestellt werden. Hierzu kann, wie schon aus den vorhergehenden Analysen erhellt, die einfache Beziehung auf 1000 Pfd. Roheisen nicht ausreichen; es mag aber noch zur Vervollständigung des früheren mitgetheilt werden, daß aus denselben Erzen, aus welchen graues Roheisen mit 1600 resp. 1800 Pfd. Kokes dargestellt wurde, das weiße Eisen versuchsweise mit 1350 Pfd. Kokes erblasen werden konnte. Man hat deshalb versucht, einen zur Vergleichung passenden Ausdruck dadurch zu gewinnen, daß man die Kokesgicht durch das Gewicht der Erzgicht dividirte, d. h. angab, wie viel Pfund Kokes erforderlich waren, um 1 Pfund Möller zu verarbeiten. Dadurch ist man freilich der Wahrheit etwas näher gekommen, hat aber keineswegs das Ziel erreicht, da die Natur der Erze, ob dicht oder locker, Oxyd oder kohlensaures Salz oder Hydrat, geröstet oder nicht, ferner die schädlichen Beimengungen (Phosphor, Schwefel, Kiesel), die Reichhaltigkeit der Erze, die Qualität des zu erblasenden Roheisens u. s. w. große Abweichungen bewirken können. Am allerwenigsten aber kann dieses Verfahren dazu dienen, aus der Ferne ein Urtheil über die Zweckmäßigkeit oder Unzweckmäßigkeit des Ofen-

betriebes darnach zu bilden, wie Herr Kirchweger solches in einigen Nummern des Berggeistes (auch Bd. III, S. 126) versucht hat.

Wollen wir den hier stattgefundenen Kokesverbrauch auf diese Weise ausdrücken, so erhalten wir folgende Zahlen:

1. $\frac{3000}{7200} = 0{,}416,$

2. $\frac{3000}{7300} = 0{,}410,$

3. $\frac{3000}{7500} = 0{,}400.$

Für Hattingen stellt sich nach den Angaben von Peters das Verhältniß auf:

$$\frac{2400}{6060} = 0{,}396.$$

Für Haslingshausen nach Lürmann:

$$\frac{1600}{3200} = 0{,}5.$$

Die große Verschiedenheit zwischen Hattingen und Haslingshausen ist zum Theil darauf begründet, daß hier reiche geröstete Kohleneisensteine und dort vorwiegend ungerösteter Spatheisenstein verschmolzen werden. Das Verhältniß stellt sich deshalb auch sofort günstiger, wenn man den Hattinger Eisenstein als geröstet in die Rechnung einführt. Der angeführte Uebelstand wird zum Theil vermieden, wenn man, nach dem Vorgange des Herrn Peters, nur die nicht flüchtigen Bestandtheile der Beschickung zum Vergleich heranzieht. In diesem Falle gestalten sich die Verhältnißzahlen für Hattingen, Meppen und Haslingshausen ungefähr wie:

$$0{,}66 : 0{,}68 : 0{,}69,$$

also wesentlich übereinstimmender, als bei der ersten Bestimmungsmethode.

Die Größe der einzelnen Gichten, welche in den angeführten Beispielen sehr verschieden ist, scheint auf das Resultat geringen Einfluß auszuüben, überhaupt darf wohl angenommen werden, daß der alte Grundsatz, nach welchem die Brennmaterialgichten die Erzgichten tragen müssen, in der Neuzeit seine Bestätigung nicht gefunden hat. Der Meppener Ofen, welcher ursprünglich mit einer Kokesgicht von 3000 Pfd. betrieben und bei welchem dieselbe später auf 1500 Pfd. ermäßigt wurde, gab nach dieser Aenderung eher bessere als schlechtere Resultate. Eine Kokesgicht von 1500 Pfd. enthält aber circa 60 Cbkfß., kann also im Kohlensack nur eine Schicht von etwa 4

Zoll bilden. Da aber nun die Kokes in Stücken bis zu 1 Cbkfß. aufgegeben wurden, so ist ersichtlich, daß dieselben schon im Schacht keine zusammenhängende Schicht mehr bilden, also auch die Erzgicht nicht mehr tragen können. Andererseits würde, wenn bei einer Kokesgicht von 3000 Pfd. die Trennung der Schichten am Anfang der Rast noch stattfände, diese Trennung auch gewiß bis zum Eintritt ins Gestell fortdauern und dann, bei dem langsamen Betriebe, welcher zeitweise in Meppen stattfand, ungefähr 24 Minuten lang ausschließlich Möllerung ins Gestell gerückt sein, d. h. ein gleichmäßiger und regelmäßiger Ofenbetrieb hätte nicht stattfinden können. Ein Voreilen des Erzes, wodurch das Resultat dieser Erscheinung allerdings sich anders gestalten könnte, findet aber schon deshalb nicht statt, weil, wenn dieses regelmäßig vor sich ginge, d. h. wenn das Erz im Allgemeinen rascher das Gestell erreichte, als die Kokes, der Schacht sich allmälig ganz mit Brennmaterial füllen müßte. Auch müßte dieses Voreilen vorzugsweise in den oberen Schachttheilen stattfinden, weil da der Unterschied im specifischen Gewicht noch nicht gegen den Druck der auflastenden Schmelzsäule verschwindet.

Endlich kann aber der direkte Beweis noch dadurch geführt werden, daß bei einer großen Gichtweite (11 $^1/_2$ bis 12 Fuß), wie solche der Meppener Ofen hat, und bei einer Kokesgicht von 1500 Pfund, meist schon auf der Gicht die Trennung der Schichten aufhörte, weil es bei groben Kokes unmöglich war, dieselben auf eine Fläche von 104 Quadratfuß gleichmäßig auszubreiten.

Probeschmelzen mit rohen und gerösteten Thoneisensteinen. (Vortrag von Herrn Dilla im oberschles. Berg- und Hütt.-Verein, hier aus der Schlesischen Wochenschrift, 1861, Nr. 14.) Um festzustellen, ob das Verhütten der Thoneisensteine im rohen oder gerösteten Zustande vortheilhafter sei, wurden auf der Königshütte Probeschmelzen angestellt, nachdem vorher durch eine Reihe von Röstungen im Kleinen der Gewichtsverlust beim Rösten ermittelt worden war. Derselbe betrug 28,44 Proz., wonach eine Tonne roher Eisensteine von einem Gewichte von 850 Pfd. nur 608,26 Pfd. geröstete Eisensteine lieferte. Bei einem Preise von 49,4 Pf. pro Ctr. roher Eisensteine kostet daher der Ctr. gerösteter Thoneisensteine 69 Pf.

Hierzu treten noch an Gesammtröstungskosten . 4 „

so daß ein Ctr. auf 73 Pf.

zu stehen kommt.

Das Probeschmelzen mit rohen Eisensteinen dauerte 11 Tage,

und es wurden dabei 1028 Gichten zu 2 Tonnen Kokes mit einem Durchschnittssatze von 6,72 Ctr. Eisensteinen gesetzt, und demnach 6913 Ctr. rohe Thoneisensteine und 2304 Ctr. oder 33,3 Proz. Kalk verschmolzen, woraus 1904 Ctr. mittelgaares Roheisen erblasen wurden.

Der durchschnittliche Gichtenwechsel betrug per Tag 93,5, die Tagesproduktion 173,1 Ctr., das Ausbringen 27,5 Proz., der Kokesverbrauch pro 1 Ctr. Roheisen 7,68 Cbkfß.

Das Probeschmelzen mit gerösteten Eisensteinen währte 9 Tage, und wurden in 862 Gichten zu 2 Tonnen Kokes und 6,16 Ctr. Eisensteinen und bei einem Kalkzuschlage von 36 Proz. 5314 Ctr. geröstete Thoneisensteine und 1912 Ctr. Kalk verschmolzen, woraus 2035 Ctr. mittelgaares Eisen gewonnen.

Es wechselten demnach täglich 95,8 Gichten; die tägliche Production war durchschnittlich 226,1 Ctr.; das Ausbringen 38,3 Proz., der Kokesverbrauch per Ctr. Eisen 6,02 Cbkfß. Das Ausbringen auf die rohen Erze reducirt ergiebt gleichfalls 27,5 Proz.

Bezieht man die erhaltenen Resultate auf die Produktionskosten per Ctr. Roheisen, so ergiebt sich bei Verschmelzung von gerösteten Thoneisensteinen durch die beträchtliche Kohlenersparniß und die vermehrte Produktion trotz der höheren Erzkosten eine Verminderung der Produktionskosten von 3 Sgr. 4 1/2 Pf. per Ctr. Eisen. Man nahm deshalb auf der Königshütte das seit mehreren Jahren eingestellte Rösten der Eisensteine um so mehr wieder auf, als die Qualität des aus gerösteten Eisensteinen erblasenen Roheisens Nichts zu wünschen übrig läßt.

Hohofenbetrieb mit rohem Holze.

Versuche über die Mitanwendung unverkohlten Holzes beim Eisenhohofenbetrieb, theilt Oberbergrath von Hingenau in seiner Zeitschrift, 1861, Nr. 15, mit, auf die wir jedoch verweisen.

Eine sehr wichtige Arbeit über die Anwendung des rohen Holzes statt Holzkohlen beim Hohofenbetriebe, hat Hr. v. Mayrhofer zu Witkowitz bei der Fortsetzung der „Studien des Hohöfners", in der Oesterr. Zeitschr., 1861, Nr. 26, mitgetheilt. Wir geben sie hier wieder: — Die brennbaren Gase, welche bei der Verkohlung des Holzes entweichen, geben beinahe so viel Wärme, als die Kohle geben kann, die durch die Verkohlung erzeugt wird; daher lag der Gedanke sehr nahe, diese Gase im Hohofen zu benützen und zu diesem Zwecke das rohe Holz allein oder mit Holz-

kohle gemengt anzuwenden. Die Voraussetzung, daß bei der Verkohlung des Holzes im Hohofen die entweichenden Gase benutzt werden können, ist allerdings falsch, weil dort, wo die Gase entbunden werden, nämlich im Schachtraum, kein Sauerstoff vorhanden ist, mit dem sie verbrennen können, daher die Temperatur anstatt zu steigern, nur vermindern; aber dennoch hat man bei einem Zusatz von rohem Holz bei der Roheisenerzeugung an manchen Orten, z. B. wie es gegenwärtig in Rußland der Fall sein soll, einen um circa 15% größeren Beschickungssatz setzen können, als wenn man statt dem rohen Holze die Kohle gesetzt hätte, welche man gewöhnlich aus dem aufgesetzten rohen Holz erzeugt haben würde, was keinesfalls von den Gasen, sondern von der größern Menge und bessern Qualität der Kohle, die man bei der Verkohlung im Hohofen erhält, herrührt.

Setzt man Knöpfe von Buchenholz von circa 1 Zoll Durchmesser, wie man sie gewöhnlich zum Ueberziehen mit Seide, Tuch ꝛc. zu kaufen bekommt, in einer gläsernen Retorte einer langsamen trockenen Destillation aus, dann bemerkt man, was Rumfort längst schon nachgewiesen hat, daß bei 150 bis 180° Cels. das Wasser und ein Theil Gase sich aus dem Holze verflüchtigen und nach 3 bis 4 Tagen keine Verflüchtigung mehr wahrgenommen werden kann. Steigert man die Temperatur allmälig höher, dann fängt ungefähr bei 300° die Gasentwicklung wieder an, und hört bei 360 bis 400° wieder auf. — Der Rückstand ist Kohle von 22 bis 23% des lufttrockenen Holzes, was auch in einer guten Meilerverkohlung ebenfalls erhalten wird. Erhitzt man die Holzblättchen nicht so langsam, sondern möglichst schnell auf circa 300°, dann ist die Menge der zurückbleibenden Kohle viel keiner, was daher rühren dürfte, daß die Luft doch nicht hinreichend abgehalten wird; denn überdeckt man die Holzblättchen einige Zoll hoch mit feinem feuerfesten Sand, dann ist die Kohlenausbringung etwas größer als ohne die Decke. — Dieser einfache Versuch giebt den Fingerzeig, daß bei der Verkohlung im Hohofen, wegen des hohen Druckes, unter dem sie stattfindet, das Ausbringen bedeutend größer und die Kohle fester als in Meilern sein muß. Legt man auf den Boden einer feuerfesten Thonflasche von 3 bis 4 Zoll Durchmesser und etwa 24 Zoll Höhe die Holzblättchen, bedeckt sie mit feuerfestem Sand bis zur Mündung der Flasche und erhitzt sie so, daß sie innerhalb 10 Stunden alle Grade der Temperatur von 0 bis zur starken Rothglühhitze gleichmäßig durchmacht, dann nimmt man durch eine Vorlage deutlich wahr, wie die Gase sich entwickeln, aufhören, wieder anfangen und vor dem Glü-

hendwerden wieder aufhören; dann bei einer starken Rothglühhitze zum dritten Mal anfangen und nach einer halben Stunde abermals aufhören. Der Rückstand ist eine ganz feste Kohle und beträgt über 24 Proz. Das erste Destillat besteht aus Wasserdämpfen und etwas brennbaren Gasen, das zweite größtentheils aus brennbaren und das dritte nur aus neutralen Gasen, welche alle dem Hohofenprozeß nachtheilig sind, weil sie im Schachte die Temperatur vermindern.

Die Reihefolge der Stadien ist bei der Meilerverkohlung dieselbe wie bei der trockenen Destillation. Nachdem die Abdampfung, das Schwitzen, vorüber ist, was möglichst schnell geschehen soll, folgt die Entwickelung der brennbaren Gase mit etwas flüssigen Produkten, wobei nur soviel Luft in den Meilern eingelassen werden darf, als nöthig ist, um die eben sich entwickelnden Gase zu verbrennen. Strömt die Luft zu, dann verbrennt Kohle und zwar je nach der Heftigkeit der Zuströmung, entweder zu Kohlenoxyd oder zu Kohlensäure. Strömt weniger Luft ein, als nothwendig ist, soviel Gase zu verbrennen, daß die zum Verbrennen nöthige Temperatur erhalten wird, dann verlischt der Meiler und es ist somit die Langsamkeit der Führung des Meilers, die von Manchem sehr weit hinaus gewünscht wird, bald begränzt, denn es darf nicht nur der Meiler nicht ersticken, sondern es müssen so viel von den sich entwickelnden Gasen verbrennen, als nöthig ist, um im Innern des Meilers eine Temperatur zu erreichen, die der Weißglühhitze, d. h. einer Temperatur, in welcher das Schmiedeeisen noch nicht schweißt, nahe kommt, damit die neutralen Gase, die dem Hohofenprozeß jedenfalls schädlich sind, möglichst entweichen und die Kohle gänzlich fertig wird. Bei jedem gutgehenden Meiler kann man sich, besonders des Nachts, mit einer Brechstange überzeugen, daß die Temperatur im Innern der Weißglühhitze nahe kommt, welche, sobald der Gaarrauch eintritt, durch das Zumachen der Zuglöcher und Festschlagen der Decke gedämpft werden muß. Die Luftzuströmung in das Innere des Meilers ist eine so schwache, daß bei der Verbrennung der festen Kohle nur Kohlenoxyd, aber keinenfalls Kohlensäure, und deshalb auch nur eine schwache Rothglühhitze entstehen könnte; nun aber ist die schwache Weißglühhitze wirklich vorhanden, was den Beweis liefert, daß mit dem Sauerstoff der zuströmenden Luft nicht Kohlenstoff, sondern Wasserstoff und Kohlenwasserstoff verbrannt werden, welche die Temperatur so bedeutend erhöhen, weil der Wärmeeffekt des Wasserstoffs dreimal so groß wie der der Kohle ist, und dieser bedeutende Wärmeeffekt geht bei der Verkohlung des Holzes

im Hohofen nicht nur verloren, sondern die Entwickelung der brennbaren Gase ist, weil im Ofenschacht kein Sauerstoff zur Verbrennung vorhanden ist, Kälte erzeugend.

Im Hohofen geht das erste Stadium der Verkohlung des Holzes, nämlich das Abdampfen oder Abschwitzen, in einer solchen Höhe des Ofenschachtes vor sich, daß die dadurch hervorgebrachte Abkühlung auf den Betrieb, bei sonst hinreichender Höhe des Ofens, keinen merklichen Einfluß haben wird. Das zweite Stadium, nämlich die Entweichung der brennbaren Gase, beginnt schon bei einer Temperatur, die niedriger als die dunkle Rothglühhitze ist, aber sie wird nur in einem Hohofen, wegen des mehr oder weniger schnellen Niederganges der Gichten, erst in einer höhern Temperatur vollendet werden können. Die entweichenden brennbaren Gase des zweiten Stadiums finden bei ihrem Austritt aus dem verkohlenden Holze keinen Sauerstoff zu ihrer Verbrennung, daher binden sie Wärme, die dem Hohofenprozeß entgeht. Das dritte Stadium der Verkohlung, nämlich die Entweichung der neutralen Gase, tritt erst in der starken Roth- oder schwachen Weißglühhitze ein, also in dem Raum des Ofenschachtes, in welchem die Reduction vor sich geht. Da aber die neutralen Gase nicht brennen, obgleich hier der Sauerstoff im Eisenoxydul vorhanden ist, so bewirken sie ebenfalls eine Temperatur-Verminderung, die leicht zur Verschlackung eines Theiles von dem Eisen führen kann, weil die vor der Produktion schmelzenden Erze kein Eisen, sondern nur Schlacken geben. Nachdem die trockene Destillation des Holzes unter einem Druck mehr und festere Kohle giebt, so ist anzunehmen, daß bei der Verkohlung im Hohofen die größte Menge und festeste Kohle ausgebracht wird, was dem Betriebe ebenfalls zu Gute geht, und es kommt schließlich auf die modificirenden Umstände an, ob der Ofen in jenen Schachträumen, wo sich die Gase aus dem kohlenden Holz entwickeln, so viel Wärmeüberschuß enthält, daß die Abkühlungen, welche die Gase bewirken, unschädlich sind, oder wenn der Wärmeüberschuß hierzu nicht ausreichend ist, ob der dadurch hervorgehende Nachtheil durch die größere Menge und bessere Qualität der im Hohofen erzeugten Kohle überboten wird oder nicht. In jenen Hohöfen, wo die Schachttemperatur ohnehin kaum hinreichend ist, die nöthigen Vorbereitungen der Erze herbeizuführen, da dürfte die Anwendung des rohen Holzes nie vortheilhaft sein; ist aber die Schachttemperatur größer, als sie zur Vorbereitung der Erze nothwendig ist, dann kann die Anwendung des rohen Holzes so weit getrieben werden, bis der Wärme-

überschuß im Schachte und die Vortheile der besseren Kohle aufgewogen sind. Daß man bei verschiedenen Hütten, also unter verschiedenen Umständen, die vortheilhaftesten Quantitäten des den Holzkohlen zuzusetzenden rohen Holzes so verschieden gefunden hat, ist also größtentheils in der Verschiedenheit des Wärmeüberschusses im Ofenschachte begründet.

Ein Uebelstand in der Anwendung des rohen Holzes ist ferner das Schwinden beim Verkohlen, weil dadurch leere Räume entstehen, die das Durchrollen der Erzgichten befördern und dadurch den Gang des Ofens unregelmäßig machen, und es müssen alle Versuche, rohes Holz statt Holzkohle im Hohofen anzuwenden, scheitern, wenn die Kohlengichten schon am kleinsten waren und bei den Versuchen nicht entsprechend vergrößert wurden. Um das successive Verrollen der durch das Schwinden entstehenden leeren Räume möglich sicher zu bewerkstelligen, dürfen die Holzstücke, bei runden Schächten, keinesfalls über 6 Zoll lang sein. Viele Versuche dürften auch daran gescheitert sein, daß man mit den Quantitäten so große Sprünge machte, welche die Beurtheilung des Ofenganges vereiteln, was besonders bei kleinen und deshalb sehr empfindlichen Oefen und bei schwer reducirbaren Erzen leicht geschehen konnte.

Ein unvollständiger Versuch, rohes Holz allein im Hohofen anzuwenden, den Mayrhofer mitmachte, wurde auf folgende Weise gemacht: Als Vorversuch wurden pro Gicht statt 15 $1/2$ Cubikfuß weiche Holzkohlen 31 Cubikfuß so lange aufgegeben, bis man sich überzeugte, daß auf die doppelte Kohlengicht auch der doppelte Beschickungssatz von 530 Pfund angewendet werden konnte, ohne der Eisenqualität wesentlich zu schaden. Nachdem man sich überzeugt hatte, daß der doppelte Beschickungssatz der doppelten Kohlengicht noch ziemlich entsprach, wurden durch drei Gichten statt den 31 Cubikfuß Holzkohlen 50 Cubikfuß 5 bis 6 Zoll langes gemischtes weiches Ast-, Stock- und Scheitholz aufgegeben und der Beschickungssatz von 530 Pfund ungeändert gelassen. Die 50 Cubikfuß rohes Holz wurden darum genommen, weil in der Köhlerei aus einer Klafter Holz von 90 Cubikfuß Inhalt 56 Cubikfuß Kohlen ausgebracht wurden, daher aus 50 Cubikfuß Holz 31 Cubikfuß Kohlen ausgebracht werden. Als die drei Holzgichten vor die Form kamen, blieben sie zwar rein, aber sie wurden etwas matter, was durch eine Steigerung der Pressung des Windes von $3/4$ auf 1 Pfund, d. i. von 20 auf 27 Linien Quecksilber, gleich behoben wurde. Die Schlacke war zwar nicht lichter, aber sichtlich heißer, was einen höheren Beschickungssatz ver-

langte. Die Gichtenflamme war stärker. Als dieser kleine Versuch durchaus keinen Nachtheil zeigte, wurden aufgegeben: 2 Gichten à 50 Cubikfuß rohes Holz in den früher genannten Dimensionen und 530 Pfund Beschickung, dann 6 Gichten à 50 Cubikfuß rohes Holz und 625 Pfund Beschickung, und dann wurden wieder 15$^1/_2$ Cubikfuß Kohlen und 265 Pfund Beschickung fort aufgegeben. Wie die Holzgichten dießmal vor die Form kamen, waren die Erscheinungen wie das erste Mal, nämlich die Pressung mußte auf 27 Linien erhöht werden, die Schlacken waren hitzig, nur wurden sie, besonders gegen Ende des Versuches, bedenklich dunkler, was darauf hindeutete, daß die Reduction durch das rohe Holz beeinträchtigt und deßhalb der Beschickungssatz keinesfalls auf der Höhe von 265 Pfund durch eine längere Zeit erhalten werden könnte. Nachdem die Kohlengichten von 15$^1/_2$ Cubikfuß wieder vor die Form kamen, war durch längere Zeit der Gang nicht ganz so hitzig, wie früher. Daß das Roheisen, welches gegen Ende des Versuches abgestochen wurde, noch gut flüssig war und die gewöhnliche Blickausscheidung zeigte, dürfte seinen Grund in der höheren Temperatur, welche unmittelbar vor der Form stattgefunden hat, haben. Länger konnte dieser Versuch aus besonderen Rücksichten nicht fortgeführt werden; und somit ist damit nur dargethan, daß die Anwendung des rohen Holzes allein nicht unmöglich ist, aber keinesfalls ist damit erwiesen, ob dann, wenn der vom Holzkohlenbetrieb herstammende Wärmeüberschuß des Schachtes aufgezehrt sein wird, die Verwendung des rohen Holzes allein noch stattfinden kann; wahrscheinlich würden es die nächsten Gichten schon gezeigt haben, daß das rohe Holz nur als Zusatz zu den Kohlen gebraucht werden darf.

Ein Hauptfehler dieses Versuches ist, daß er nicht successive, sondern wie mit einem Sprunge eingeleitet wurde; aber er konnte nicht anders ausgeführt werden, weil keine längere Zeit darauf verwendet werden durfte. Um einen Versuch über die Anwendung gründlich und ganz gefahrlos durchzuführen, dürfte man am besten auf folgende Art verfahren:

1. Das Holz soll in 5 bis 6 Zoll lange und 3 bis 4 Zoll dicke Klötzchen getheilt und vor den Kohlen aufgegeben werden, damit die bei der Schwindung entstehenden leeren Räume sich möglichst leicht verrollen können, ohne den Erzen zum Durchrollen Gelegenheit zu geben.

2. Weil die leeren Räume, welche durch das Schwinden des Holzes entstehen, das Durchrollen der Erze begünstigen, dieses aber

verhindert werden muß, so wird man, besonders wenn die Kohlengichten nicht ohnehin schon übermäßig groß sind, wie es in Rußland häufig der Fall ist, gleich zum Anfang des Versuches die Kohlengicht um die Hälfte oder noch mehr vergrößern und natürlich in demselben Verhältniß auch mit der Beschickung steigen.

3. Da beim Hohofen wegen der jeder Veränderung in der Satzführung nachfolgenden Veränderung des Schmelzraumes keine Sprünge, sondern bloß sanfte Uebergänge gemacht werden sollen, so gebe man Anfangs nur 5 bis 6% rohes Holz vom Kohlenvolumen, ohne von der Kohlengicht etwas abzubrechen, und vermehre den Beschickungssatz um die Anzahl Pfunde, welche die Kohle, die aus dem 5 bis 6% rohen Holz bei einer guten Köhlerei erzeugt wird, erfahrungsmäßig trägt, und behalte diese Quantität rohen Holzes so lange bei, bis daß der Beschickungssatz und die Windverhältnisse dazu richtig gestellt sind, was mindestens eine Woche, und bei sehr großen Oefen auch noch länger dauert.

4. Sobald der Ofen auf die ersten 5 bis 6% rohes Holz eingerichtet ist, steigt man um dieselbe Quantität und richtet den Satz und die Windverhältnisse wieder darauf ein, was mit Zuhilfenahme der früheren Erscheinungen in der halben oder noch kürzerer Zeit geschehen kann. — Nachdem der Ofen wieder eingerichtet ist, wird es kaum mehr nothwendig sein, noch einmal um 5—6% rohen Holzes zu steigen, um zu sehen, ob der Beschickungssatz, oder was dasselbe ist, das Tragvermögen bei der Anwendung des rohen Holzes verhältnißmäßig größer, gleich oder kleiner als bei Holzkohlen allein ist. — Nur im ersten Fall, nämlich wenn das Tragvermögen größer wird, ist der Versuch durch successives Steigen mit rohem Holze in der angefangenen Quantität so lange fortzusetzen, bis daß das größte Tragvermögen, wobei man das Holz auf Kohle reducirt, überschritten ist, und dann geht man wieder auf die Menge zurück, welche verhältnißmäßig das größte Tragvermögen gezeigt hat.

5. Erscheint durch das oftmalige Steigen mit dem Zusatz von rohem Holz die Brennstoffgicht endlich zu groß, dann vermindert man sowohl das Holz als auch die Kohle und den Beschickungssatz um $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ und geht, so lange es thunlich ist, mit dem Steigen des rohen Holzes wieder vorwärts, und auf diese Weise kann man, wenn es die Umstände gestatten, die Holzkohlen ganz verschwinden lassen.

Ueber die Anwendung von rohen Steinkohlen zum Hohofenbetriebe hat Dr. Herrmann Wedding, in der Schle-

sischen Wochenschrift, 1861, Beilage, S. 59, folgende sehr tüchtige Arbeit mitgetheilt: — Die rohe Steinkohle bietet in mehrfacher Hinsicht Schwierigkeiten für die Anwendung dar. Ihre Mängel sind theils chemischer, theils physikalischer Natur. Die chemisch am meisten hinderlich auftretende Eigenschaft ist der Schwefelgehalt, wogegen der Bitumengehalt hauptsächlich die physikalische Beschaffenheit der Kohle bedingt.

Was nun zuvörderst den Schwefelgehalt betrifft, so rührt er fast nur von Schwefelkies her, der auf den Klüften der Kohlen gewöhnlich sehr genau mit Schiefertheilchen zusammen vorkommt, wogegen der Gehalt an schwefelsauren Erden unberücksichtigt bleiben kann. Der Schwefelkies läßt sich zum größten Theil durch Aufbereitung entfernen, jedoch ist dieß in der Regel eine zu kostbare Arbeit, um angewendet werden zu können. Der Schwefelkies giebt erhitzt nur ein Aequivalent seines Schwefels ab, während das andere erst bei einer anhaltend hohen Temperatur auszutreiben ist. Prof. Scheerer (Metallurgie, II, S. 31) hat nachgewiesen, wie ein Schwefelgehalt im Brennmaterial, wenn es nicht an Kalkerde mangelt, größtentheils als Schwefelcalcium in die Schlacke geführt wird; andererseits hat Gurlt (s. Bd. I, S. 5 ff.) gezeigt, wie schon in der Reductionszone die Vereinigung der elektronegativen und elektropositiven Körper, also auch des reducirten oder verflüchtigten Schwefels mit dem reducirten Eisen stattfindet.

Aus diesen beiden Sätzen zusammen lassen sich alle in der Praxis vorkommende Erscheinungen erklären. Es geht ein doppelter Prozeß vor sich. Erstens bildet sich in der Reductionszone Magnetkies und ein Aequivalent Schwefel wird frei. Dieses geht sofort an das reducirte Eisen und wird hieraus in geringem Maaße in der Orydationszone durch den in der atmosphärischen Luft enthaltenen Wasserdampf entfernt. Der Magnetkies wird dadurch in die sich bildende, Schwefelcalcium-haltige Schlacke geführt werden. Diese hat die Eigenschaft, andere Schwefelmetalle im Verhältnisse ihres Schwefelcalciumgehaltes aufzulösen, und daher geht noch ein großer Theil des in der Produktionszone gebildeten Schwefeleisens in die Schlacke über. Daß dies richtig sei, beweist die Praxis: Es ist der Schwefelgehalt der Waleser, roh angewendeter Kohlen 0,9 Proz. Da nun etwa 2 Gewichtstheile Kohle auf einen Gewichtstheil Roheisen kommen, so müßte das eine frei werdende Aequivalent Schwefel ohne jene auflösende Kraft der Schlacke als $0{,}45 \times 2 = 0{,}9$ Proz. im Roheisen auftreten. Daß dem aber nicht so sei, beweisen Analysen

des Waleser Roheisens, die überall nur Spuren von Schwefel nachweisen.

Dessen ungeachtet läßt sich aber nicht leugnen, daß in Bezug auf die Qualität des zu erzeugenden Roheisens Rohkohlen sich um so unvortheilhafter beweisen werden, je schwefelkieshaltiger sie sind. Dagegen läßt sich auch in vieler Beziehung der Uebelstand verkleinern. Es ist gezeigt worden, daß gerade das Aequivalent Schwefel, welches in der Reductionszone, also vom Beginn einer Temperatur von 400 Graden an, entweicht, dasjenige ist, welches im Verhältnisse zu Kokes das schädliche ist. Nun aber entweicht ein Theil des Schwefels ja schon bei einer geringeren Temperatur, d. h. in der Vorbereitungszone, wo er Gelegenheit genug findet, theils als schweflige Säure, theils als Schwefelwasserstoffgas fortzugehen. Hieraus folgt, daß man die Vorbereitungszone möglichst vergrößern muß. Scheerer zeigt durch die hier mit der Praxis ganz einige Theorie, daß durch die Form des Hohofens hierauf eingewirkt werden kann, und zwar durch weite und niedrige Oefen. Es ist dies der erste Grund, weshalb man für Rohkohlen nicht die für Kokes angewandten Oefen mit engem Gestelle und enger Gicht gebrauchen kann.

Der zweite Unterschied zwischen Kokes und rohen Steinkohlen beruht in den flüchtigen Stoffen, welche letztere einschließen und welche aus ersteren schon entfernt sind. Der Zweck, diese Bestandtheile auszutreiben, wird durch die Verkokung allerdings erreicht, aber auf Kosten einer bedeutenden Menge Kohlenstoffs.

Zwei Kohlensorten, von denen die eine verkokt, die andere roh angewandt wird, von denen die erstere eine Fett-, die letztere eine Sinterkohle ist, enthalten, wenn der Gehalt an Asche und hygroskopischem Wasser in Abzug gebracht wird, in der reinen Kohlenmasse nach de la Bèche und Playfair:

	C.	H.	N.	O.
Fettkohle von Forest of Dean:	83,60.	5,76.	1,66.	8,98.
Sinterkohle von Ebbw Vale:	92,10.	5,28.	2,22.	0,40.
Also die Fettkohle mehr . . .	—	0,48.	—	8,58.
„ „ „ weniger . .	8,50.	—	0,56.	—

Zwei andere Kohlensorten geben nach Truran (auch nach Abzug der Asche u. s. w.) folgende Resultate:

	C.	H.	N.	O.
Fettkohle von Pontypool: . . .	86,9.	6,2.	1,3.	5,6.
Sinterkohle von Dowlais: . . .	89,3.	5,1.	1,7.	3,9.
Also die Fettkohle mehr	—	1,1.	—	1,7.
„ „ „ weniger . . .	2,4.	—	0,4.	—

Aehnliche Verhältnisse zeigen die oberschlesischen Kohlen (nach Brix, Heizkraft der Brennmaterialien ꝛc.):

	G.	H.	N.
Fettkohle von Königin Louise-Grube:	77,90.	5,55.	16,55.
Sinterkohle von Königs-Grube: . .	81,68.	5,00.	13,32.
Also die Fettkohle mehr	—	0,55.	3,23.
„ „ „ weniger	3,78.	—	—

Aus diesen Analysen ist erstens ersichtlich, daß der scheinbar geringe Unterschied in der Zusammensetzung dennoch von großer Wichtigkeit ist [1]), zweitens, daß ein überaus großer Verlust an Brennmaterial aus der Verkokung erwächst. Es geben die Kohlen von Ebbw Vale 75 Proz., die von Dowlais 67 Proz., die von Forest of Dean nur 50 Proz. Kokes, die von Pontypool wenig mehr. Wenn die Analysen richtig sind, ist es gar nicht erst nöthig für die Welschen Kohlen eine Rechnung anzustellen, um zu beweisen, daß die verbrannte Kohlenstoffmenge viel größer ist, als aus dem in den Kohlen enthaltenen Sauerstoffe hervorgeht, doch ist dies auch bei den Königsgrubener Kohlen der Fall, welche 50,4 Proz. Kokes geben. Es gehören, um 5 Proz. H. zu Wasser zu verbrennen, 4,44 Proz. O., es bleiben also noch 8,88 Proz. O. zur Verbrennung von 12,21 Proz. zu Kohlensäure, mithin müßten 69,47 Proz. C. unverbrannt zurückbleiben [2]). Statt nun einen solchen Verlust zu erleiden, liegt es nahe, die Verkokung im Hohofen selbst vorzunehmen, wo während derselben an Stelle der oxydirenden Atmosphäre fast nur reducirende Gase vorhanden sind. Wenn auch nicht die Voraussetzung Truran's in Erfüllung geht, daß in diesem Falle 1 Gewichtstheil rohe Kohle $3\frac{1}{2}$ in Kokes verwandelte vertreten werde, so würden schon, falls das Verhältniß sich für Königshütte z. B.

---

1) Das Vermögen der Kohlen, Backkokes zu geben, kann daher hauptsächlich nur aus der Praxis beurtheilt werden.

2) Es rührt übrigens der große Abgang nicht allein vom Abbrande her, sondern auch vom Staubkohlenfalle, welcher eingeschlossen ist, indessen im Hohofen auch fortfiele. Ferner entwickeln sich gewisse Mengen von Kohlenwasserstoffen u. s. w. (vgl. Bunsen und Playfair: On the gases etc. Report on the 15. meeting etc. 1845), doch konnten auch diese hier außer Betracht bleiben, weil sie im Hohofen gleichfalls als Brennmaterial nutzbar gemacht werden; aber selbst abgesehen hiervon, so fand Karsten (Eisenhüttenkunde, 3. Aufl., Bd. II, S. 414), daß sich aus den Königsgrubener Kohlen an Kokes 64,7 Proz. darstellen ließen, also 14,3 Proz. mehr, als in der Praxis wegen des Abbrandes erfolgen.

wie 2 : 1 stellte, äußerst günstige Resultate erzielt werden; denn da hier ungefähr 2 Theile Steinkohlen = 1 Kokes sind, so ersparte man wenigstens die Verkokungskosten, welche bei den Selbstkosten fast sämmtlicher Oberschles. Hohöfen einen überaus großen Theil ausmachen (nebenbei gesagt: beinahe das vierfache von denen in Süd-Wales).

Dazu aber, daß die Verkokung im Hohofen ordentlich vor sich gehen kann, gehört wiederum eine weite und eine geschlossene Gicht. Die Kohlen dürfen nämlich nicht schon an der Oberfläche der Gicht durch Einwirkung der atmosphärischen Luft (?) in Brand gerathen, weil sonst gegen die Verkokung außerhalb des Ofens gar kein Vortheil zu erzielen sein würde. Es ist mithin nichts zweckmäßiger, als Gichtgasentziehung anzuwenden. Es wird dadurch erstens der Zutritt der atmosphärischen Luft abgehalten, zweitens eine Abkühlung und somit Vergrößerung der Vorbereitungszone bewirkt und drittens eine zur Wind- und Dampfkesselheizung nutzbare Wärme gewonnen. Aus vielen Gründen ist hierfür der Parry'sche Doppeltrichter die einzige empfehlenswerthe Einrichtung.

So sehr die Ersparung an Brennmaterial für Anwendung von Rohkohle überhaupt spricht, so wenig eignen sich doch alle Sorten dazu, am wenigsten die Backkohlen. Es kommen hier physikalische Einflüsse in Betracht. Fett- oder Backkohlen nehmen bekanntlich an Volumen während des Kokens sehr zu und bilden dabei fest zusammenhängende Stücke. Es beträgt z. B. die Volumenvermehrung bei der Fettkohle von Pontypool und Forest of Dean 20—35 Proz., dagegen die der Sinterkohlen von Ebbw Vale nur circa 5 bis 10 Proz., die der Königsgrube 8,08 Proz. Dabei verändern die beiden letzten kaum ihre Gestalt. Ein Sintern findet eben wohl statt, aber kein Backen.

Die Backkohlen sind daher für unsere jetzigen Hohöfen-Dimensionen ganz ungeeignet zur Anwendung im rohen Zustande, und selbst wenn man nach Truran's Vorschlag (s. Bd. I dieses Werks, S. 140) cylindrische oder gar umgekehrt konische Schächte anwenden wollte, dürfte ein günstiges Resultat nicht leicht zu erreichen sein. Sinterkohlen dagegen verlangen nur eine im Verhältnisse zum Kohlensacke weite Gicht, um mit großem Vortheile angewendet werden zu können. In einem schnell sich erweiternden Schachte dagegen wird man auch bei diesen zusammengesinterte feste Kokesstücke erhalten, die dem Winde dadurch den Durchgang verhindern, sich nicht gehörig mit dem Erze mi-

schen und endlich zu Versetzungen, Kippungen und Explosionen Veranlassung geben werden.

Truran (der in seinem Werke „The Iron Manufacture of Great Britain" das 13. Capitel der Anwendung der Rohkohle widmet — auch Bd. I, S. 130 ff. dieses Werks —) folgert: Da Rohkohlen ein zweckmäßiges Material sind, aber eine ganz andere Hohofenform und Regulirung des Ganges erfordern, als Kokes, so ist es höchst unzweckmäßig, beide Brennmaterialien zu mischen. Dennoch findet man kaum einen Hohofen in Südwales, wo dieß nicht stattfände. Ein gewisser Nachtheil liegt sicher darin, aber die Nothwendigkeit zwingt dazu. Wäre man der Art Herr des Ofenganges, daß man die Oberhitze und die Höhe der Vorbereitungszone stets in seiner Gewalt hätte, so würde man in der That einen Fehler begehen, Kokes beizumischen. Nun ist aber jenes nicht immer der Fall; Witterung, Windrichtung und manches Andere bringen es fast außer Bereich der Möglichkeit. Setzt man dazu die im Verhältnisse zu unsern Gewohnheiten sehr sorglose Wartung der Oefen in England in Bezug auf das Aufgeben, so ist es klar, daß man Präservativmittel anwenden muß. Während der Zeit nämlich, daß die rohe Steinkohle verkokt, sind bei einem richtigen Gange die Kokes nicht allein unwirksam, sondern sogar nachtheilig, bei zu starker Oberhitze aber verhindern sie das Zusammensintern der neu gebildeten Kokes zu größern Stücken und die damit verbundenen Nachtheile. Es ist daher Hrn. Wedding's Ansicht, daß Kokeszusatz bei einem regelmäßigen, sorgsam geleiteten und überwachten Betriebe eher nachtheilig, bei einem den Arbeitern überlassenen, oft unregelmäßigen Betriebe aber nothwendig ist.

Fassen wir die Nachtheile des Betriebes mit rohen Sinterkohlen zusammen, so ergiebt sich

1. daß man bei sehr schwefelhaltiger Kohle ein schlechteres Roheisen erblasen wird, daß man daher, wo dasselbe nicht durch Nacharbeiten (Feinen, Puddeln, Schweißen) verbessert werden kann, also bei Gießereiroheisen, besser Kokes anzuwenden hat.

2. Daß die Produktion in ein und demselben Ofen gegen die mit Kokes erzielte sinken wird, weil das Niedergehen der Gichten zur gehörigen Vorbereitung und wegen Vergrößerung der dazu nöthigen Zone verzögert werden muß.

Dagegen wird der erste Nachtheil für anderes als Gießereiroheisen durch die bedeutend geringern Kosten, Wegfall von Verkokungs-

löhnen u. s. w., mindestens ausgeglichen und der zweite kann durch zweckmäßige Construction des Gestelles vermieden werden.

Durch Erweiterung des Gestelles nämlich erhöhet man bei sonst entsprechenden Windquantitäten die Produktion. Es läßt sich in der Praxis nachweisen, daß dieselbe, bei sonst gleichen Verhältnissen, fast genau mit dem Querschnitt des Gestelles wächst. Wenn man die Zahl der per Woche erzeugten Tons Roheisen in den Querschnitt des Gestelles an den Formen, ausgedrückt in Quadratfußen, dividirt, so bleibt die erhaltene Verhältnißzahl fast genau dieselbe. So ist z. B. in Ebbw Vale diese Zahl das eine Mal 3,80, das andere Mal 3,72, während der Querrschnitt 44,18 und 28,27 engl. Quadratfuß beträgt. Es wäre somit in der Construction der Hohöfen für Anwendung von Rohkohlen 1. eine weite Gicht, 2. ein weites Gestell Erforderniß, um mit Vortheil zu arbeiten.

Einige Beispiele sollen die bisher in der Praxis als zweckmäßig befundenen Verhältnisse und Dimensionen verdeutlichen. Die Hohöfen von Südwales liefern wegen der verschiedenen Kohlenarten die besten, allgemein anwendbaren Beispiele; denselben werden einige aus andern englischen Distrikten angeschlossen werden.

Man verkokt in Cwm Celyn zur Erzeugung von weißem Roheisen zum Verpuddeln (common forge pig, im Engl., fonte d'affinage, im Französ.) $^{6}/_{10}$, zur Erzeugung von Gießereiroheisen (foundry pig, fonte de moulage) aber $^{7}/_{8}$ der angewandten Kohlen. Es ist zu beachten, daß nicht etwa $^{4}/_{10}$ Kohle und $^{6}/_{10}$ Kokes gesetzt werden, sondern daß von den verwogenen Rohkohlen $^{4}/_{10}$ roh, $^{6}/_{10}$ im verkokten Zustande, also nach Verlust von etwa 33 Proz. ihres Gewichtes aufgegeben werden. Dasselbe gilt für die folgenden Beispiele.

Cwm Celyn ist nebst Blaina dasjenige Werk, welches am meisten an der Grenze der roh unanwendbaren Fettkohle liegt. Pontypool, östlich davon, muß schon reine Kokes anwenden, denen man nur eine unbedeutende Menge Rohkohlen zu reichlicherer Gichtgaserzeugung beigemischt.

Am günstigsten ist Ebbw Vale gestellt; seine Kohlen sind bis auf wenige Flötze vorzüglich zur Rohanwendung geeignet, und man verkokt von den zur Erzeugung von weißem Roheisen angewandten Kohlen nur $^{1}/_{8}$ bis $^{1}/_{3}$; für graues Roheisen aber, welches nur zum eigenen Gießereibedarf erzeugt und benutzt wird, setzt man nur geringe Mengen Rohkohlen.

Dowlais, weiter westlich, mehr dem Anthracitgebiete zu gelegen,

doch auch noch mit günstigen Kohlen versehen, verkokt nur $^1/_8$ der angewandten rohen Kohlen bei weißem, für sehniges Stabeisen dienenden Roheisen (common forge), bei solchem für körniges (cristalline) $^3/_{16}$.

Anthracitwerke, wie Ystalifera, setzen zu den rohen Anthraciten $^1/_3$ Kokes, welche aus Fett- oder Sinterkohlen erzeugt sind und dem Werke auf dem Wasserwege zugeführt werden. Die Versuche mit Anthracit zu arbeiten, diesem durch seine Reinheit und seinen Kohlenstoffreichthum so vortrefflich erscheinenden, durch seine physikalische Beschaffenheit aber so unendlich viel Schwierigkeiten bereitenden Brennmateriale, sind noch lange nicht als geschlossen zu betrachten. Es sind dieß indessen abnorme, auf Oberschlesien nicht anwendbare Verhältnisse.

Fragen wir nach dem *relativen* Kohlenverbrauche, so läßt sich nicht leugnen, daß derselbe um so größer ist, je weniger *von* den angewandten Kohlen verkokt werden. Während zu Pontypool bei reiner Kokesanwendung nur 173 Pfund für 100 Pfd. Roheisen an rohen Kohlen verbraucht werden, sind in Dowlais, wo nur $^1/_8$ verkokt werden, 200 Pfd. auf 100 Pfd. Roheisen nöthig; beides bei Erzeugung von weißem Eisen. Dazu kommt noch, daß die Verkokungskosten in offnen Haufen in Süd-Wales durchschnittlich nur $2^3/_4$ Pence per ton verkokter Rohkohle betragen, also gegen den Kohlenpreis verschwindend sind. Es kosten in Pontypool die verkokten Kohlen 7,30 sh. per ton Roheisen, und schon allein die rohen Kohlen betragen in Dowlais 8,00 sh. Dennoch wolle man hieraus nicht den Schluß ziehen, daß also Verkokung doch nützlicher wäre, daß vielleicht Dowlais dann auch auf einen so niedrigen Satz kommen könnte, wie Pontypool. Dem ist nicht so. Dowlais hat früher viel höhere Kosten durch's Verkoken gehabt, was schon daraus bewiesen wird, daß selbst in den älteren, nicht für Rohkohlenbetrieb der Form nach eingerichteten Hohöfen, in denen 347,9 tons Rohkohlen auf 100 tons Roheisen (auch bei Verkokung von $^1/_8$) verbraucht werden, dennoch mit mehr Vortheil gearbeitet wird, *als* früher, wo man verkokte. Es ergiebt sich vielmehr hieraus nur, daß es schwierig ist, *mit* verschiedenem Brennmaterial arbeitende Werke zu vergleichen.

In Oberschlesien wird sich das Verhältniß viel günstiger für Rohkohlen stellen, weil die Kokeskosten größer sind. Auf Königshütte z. B. betragen sie (excl. Transport der Kohlen) per 100 Pfd. = 9,75 Pf. Vorausgesetzt, sie seien auf anderen Hüttenwerken eben

so hoch, so würde, wenn wir den Durchschnittsverbrauch von vier der bedeutendsten Werke annehmen, sich Folgendes ergeben:

391,07 Pfd. Steinkohlen = 231,38 Pfd. Kokes sind nöthig für 100 Pfd. Roheisen. Die Kokungskosten hierauf sind 1 Sgr. 9 Pf. Setzen wir jetzt den Preis der Steinkohlen auf 9 Sgr. per Tonne von 360 Pfd. oder $2^1/_2$ Sgr. per 100 Pfd., so kostet das ganze Brennmaterial 9 Sgr. 9 Pf. + 1 Sgr. 9 Pf. = 11 Sgr. 6 Pf. *), wofür man aber statt 391,07 Pfd. 461,26 Pfd. Steinkohle haben würde, wenn man sie roh anwendete. Bei einem solchen Mehrverbrauche würde man daher noch ohne Schaden arbeiten.

*) Mit den Fuhrkosten u. s. w. betragen die Selbstkosten des Brennmaterials in Oberschlesien mehr; durchschnittlich per 100 Pfd. Roheisen 14 Sgr. 3, 9 Pf.; wir rechnen also so ungünstig für unsere Behauptung, als möglich.

Die Dimensionen einiger Welscher Hohöfen sind folgende:

	In englischen Fußen.							
	Diameter.			Höhe.				
	der Gicht.	des Kohlensackes.	des Gestells a. d. Formen.	des Ofens.	des Gestells.	der Rast.	der Formen vom Boden.	Düsen.
Nr. 1.	10.	15,5.	7,25.	44,5.	18 [1]).	0 [1]).	3.	3 v. 4 1/2 Zoll u. 1 v. 2 3/4 Zoll.
„ 2.	9.	17,5.	7,5.	48.	3,166.	18,333.	2,5.	5 „ 3 „
„ 3.	10,5.	17.	7,15.	45.	8.	25.	3,5.	8 „ 4 1/4 „
„ 4.	9.	20.	9,5 (!)	42,5.	5.	15.	2,5.	6 „ 4 „

1) d. h. das Gestell erweitert sich bis zum Kohlensack.

Die vier Hohöfen sind aus folgenden Gründen gewählt:

Nr. 1. zu Cwm Celyn hat bei einer vierwöchentlichen mit ausgelesenen Materialien unternommenen Probearbeit per 100 Pfd. Roheisen nur 102,6 Pfd. rohe Steinkohlen, von denen 61,5 Pfd. verkokt waren, verbraucht, einen fast unglaublich niedrigen Satz. Die wöchentliche Production war dabei 212, 5 tons.

Nr. 2. ist in Ebbw Vale nach neuesten Erfahrungen gebaut und liefert ausgezeichnete Resultate. Die Produktion ist 168 tons per Woche.

Ebenso ist Nr. 3 in Dowlais nach den gesammelten Erfahrungen in letzter Zeit construirt. Er verbraucht 200 Pfd. Rohkohle auf 100 Pfd. weißes Roheisen.

Nr. 4. ist ein Hohofen in Aberdare, der durch seine enorme Produktion selbst die Hüttenleute von Wales staunen machte. Er lieferte in mehrmonatlichem Durchschnitte wöchentlich 290 tons und stieg einmal sogar auf 412 tons (!).

In Staffordshire sind die Verhältnisse sehr wechselnd. Eine Durchschnittsanalyse der dort roh angewandten Kohlen giebt nach Berthier:

67,500 Kohlenstoff,
30,0 Bitumen und Wasser,
2,5 Aschengehalt.

Daselbst wendet man z. B. in Park Lane Furnace bei Tipton auf 6 Gewichtstheile Rohkohlen $7^1/_2$ Kokes an, und braucht für 100 Pfd. Roheisen 225 Pfd. gemischtes Brennmaterial. Der Hohofen hat 9 Fß. Gicht-, 11 Fß. Kohlensackweite und eine Gesammthöhe von 60 Fß.

Dudley Port bei Dudley wendet $^3/_4$ Rohkohlen, $^1/_4$ Kokes dem Gewichte nach an.

Great Bridge bei Wednesbury $^1/_2$ Rohkohlen und $^1/_2$ Kokes und braucht 180 Pfd. gemischtes Brennmaterial zu 100 Pfd. Roheisen. Der Hohofen hat 10 Fß. Gicht-, $15^1/_6$ Fuß Kohlensack-, 8 Fß. Gestellweite an den Formen und eine Gesammthöhe von 47 Fuß.

In Russels Hall bei Dudley ist $^1/_4$ der angewandten Rohkohlen verkokt. Man braucht 210—250 Pfd. rohe Kohle zu 100 Pfd. Eisen. Die Hohöfen haben 14 Fß. Gicht-, $15^1/_2$ Fß. Kohlensack-, $7^1/_2$ Fß. Gestellweite, bei einer Gesammthöhe von 42 Fuß.

In Schottland wird meist reine Rohkohle angewandt. Sie ist nach Mushet durchschnittlich zusammengesetzt aus:

51,20 Proz. Kohlenstoff,
45,50 " Bitumen und Wasser,
3,30 " Asche.

In den Govan-Werken bei Glasgow beträgt der Verbrauch ca. 400 Pfd.[1]) Rohkohle auf 100 Pfd. Roheisen. Die Hohöfen haben 10 Fß. Gicht-, 21 Fß. Kohlensack-, 9 Fß. Gestellweite, bei einer Gesammthöhe von 56 Fuß.

In Gartsherrie ist für 100 Pfd. Roheisen 210—250 Pfd. Rohkohle nöthig. Die Dimensionen der neuesten Hohöfen sind 9½ Fß. an der Gicht, 13 Fß. im Kohlensack und 8 Fß. im Gestelle. Die Höhe des Ofens ist 47 Fuß[2]).

In Oberschlesien sind außer den im Anfange nach der Erbauung der Königshütte ohne günstigen Erfolg angestellten Versuchen unseres Wissens solche nur noch auf der Friedenshütte unternommen worden. Aber es kostete durch vorhergegangene Aufbereitung der Kohlen das rohe Brennmaterial soviel wie die Kokes, es wurde daher gerade der wesentlichste Vortheil nicht benutzt. Dagegen wuchs der Verbrauch *nicht*; im Gegentheil war z. B. im Juni 1857 bei reinen Kokes der Aufwand 1,2 Tonnen, im Januar 1858 bei reinen Steinkohlen 1,19 Tonnen; beim 2. Ofen im Juli 1857 bei reinen Kokes 1,2 Tonnen, im September d. J. 0,36 Kokes und 0,73 Steinkohlen, Summe 1,09 Tonnen Brennmaterial. — Indessen verminderte sich die Produktion so ungeheuer, daß sie per Woche in den oben angegebenen Daten im ersten Ofen von 885 auf 507 (später bis 291), im zweiten Ofen von 1039 auf 522 (später bis 247) Ctr. per Woche fiel.

Sollte dies indessen gegen das Brennmaterial sprechen? Sollte nicht die Form der Oefen die Schuld tragen? Man vergleiche nur die Querschnittsverhältnisse der oben citirten welschen Hohöfen mit denen von Friedenshütte! Wenn man den Querschnitt zwischen den Formen als die wesentlichste Dimension in Gicht- und Kohlensackquerschnitt dividirt, so erhält man:

---

1) Die Notiz über Gartsherrie ist sicherer, und wir schließen daraus, daß die hier angegebene Zahl wohl zu hoch ist, da ein so großer Unterschied zwischen sonst nach gleichen Prinzipien und mit ähnlichen Materialien betriebenen Werken nicht zu erklären wäre. Die sämmtlichen Zahlen sind dem Verfasser persönlich mitgetheilte, an deren Richtigkeit zu zweifeln derselbe, außer wo es bemerkt ist, keinen Grund hat.

2) Alles sind englische Fuß, der = 0,9711 preuß. ist.

	Cwm Celyn.	Ebbw Vale.	Dowlais.	Aberdare.	Friedensh.
$\frac{\text{Gichtqu.}}{\text{Gestellqu.}}$ =	1,90.	1,44.	2,15.	0,89.	8,60.
$\frac{\text{Kohlensackqu.}}{\text{Gestellqu.}}$ =	4,54.	5,44.	5,65.	4,41.	27,27.

Der ungeheure Unterschied ist in die Augen springend. Ueberhaupt scheint sich herauszustellen, daß man in Schlesien in Bezug auf Höhe vielleicht schon zu weit gegangen ist, in Bezug auf Weite noch großen Spielraum hat.

Es ist nun aber auch nicht zu leugnen, daß — selbst wenn man in allen bisher angeführten Beziehungen Vortheilhaftigkeit des Betriebes mit rohen Steinkohlen zugesteht, auch zugesteht, daß sich durch zweckmäßige Dimensionen vieles bisher unmöglich Erscheinende erreichen läßt, — in Schlesien sich andere, nicht gering anzuschlagende Schwierigkeiten in den Weg legen. Hierhin gehören zuerst die Erze. Die mulmigen Brauneisenerze werden nicht eine solche Gestellweite zulassen, wie die englischen Sphärosiderite [1]). Jedenfalls aber, sollten wir glauben, müßten Versuche gerade jetzt an der Zeit sein, und die gegebenen Beispiele dürften mit den in Bezug auf die Erze u. s. w. anzubringenden Modificationen immerhin auch für Schlesien als Muster gelten können.

Ueber den Hohofenbetrieb mit Frisch-, Puddel- und Schweißschlacken im Verein mit Erzen, nach dem Verfahren von Lang und Frey, wurde bereits im 4. Bde. S. 130 ff. geredet. In den Verhandlungen der berg- und hüttenmännischen Abtheilung des Oesterr. Ingenieur-Vereins (Allgem. berg- und hüttenm. Zeitung, 1861, Nr. 45) wurde dieser Gegenstand weitern Discussionen unterworfen.

In den Fortsetzungen der „Studien des Hohöfners“ in der Oesterr. Zeitschrift bespricht Hr. v. Mayrhofer in Nr. 4 von 1861 das Verschmelzen von Stückofen-, Frischfeuer-, Puddel- und Schweißofenschlacken zur Roheisengewinnung. Wir theilen aus dieser wichtigen Arbeit das Folgende mit: — Obgleich alle bei der Stabeisenerzeugung fallende Schlacken in den Hauptbestandtheilen einander gleich sind, so unterscheiden sie sich doch mehr oder weniger in folgenden vier wesentlichen Punkten:

1) Es giebt zwar Mittel, diesem Uebelstande abzuhelfen; dahin gehört z. B. Pressen der Erze unter bedeutendem Drucke und nachheriges Rösten, es würde aber für den vorliegenden Zweck zu weit führen, dies ins Einzelne zu verfolgen.

1. Durch die Quantität und zum Theil auch Qualität der die Hauptverbindung C $FO SiO_3$ begleitenden Bestandtheile.

2. Durch die Reducirbarkeit.

3. Durch die Wärmeleitungsfähigkeit.

4. Endlich durch die Leichtflüssigkeit ohne Zuschlag.

In Beziehung auf ihre Reinheit, Wärmeleitungsfähigkeit und Leichtflüssigkeit stellen sich die Schlacken in folgende Reihe: Schweißofen-, Puddelofen-, Frischfeuer- und Stückofenschlacken. Nach der Reducirbarkeit gruppiren sie sich gerade umgekehrt, wie Mayrhofer dieß durch die Schlackenanalysen näher nachzuweisen sucht.

Ueber einige, auf Oesterreichischen Hüttenwerken angestellte Versuche und Betriebe zur Zugutemachung der Frischschlacken entnehmen wir der Mayrhofer'schen Arbeit noch Folgendes:

In Marienthal bei Ollmütz werden die Stückofenschlacken von Siebenhöfen bei Bärn seit 1852 zugeschlagen, ohne daß das dort erblasene Gießereiroheisen irgend gelitten hätte. Die Menge der Kalkzuschläge für diese Schlacken ist jenen für die Erze ziemlich gleich.

In Ferlach in Kärnthen hat man einen kleinen Schmelzofen errichtet, um die dortigen Frischschlacken auf Roheisen zu verschmelzen, welches aber gänzlich mißlungen ist, weil man sie nicht zu beschicken wußte.

Dagegen wurden in Kreutzen, ebenfalls in einem kleinen Hohofen, die Frischschlacken der Umgegend auf ein sehr brauchbares weißes Roheisen verschmolzen; es werden dabei 16 bis 18 Proz. Kalkstein zugeschlagen und sind zu 100 Pfd. Roheisen 20 Cbkfß. weiche Holzkohlen erforderlich. Der großen Wärmeleitungsfähigkeit der Frischschlacken wegen sind beim Verschmelzen derselben mehr Kohlen erforderlich, als beim Erzschmelzen. Es gelang aber die Roheisenerzeugung aus Frischschlacken durchzuführen.

Durch längeres Liegen oxydiren sich die Frischfeuerschlacken höher und durch Rösten können sie etwas gelockert werden.

Jetzt werden die Frischschlacken fast überall, wo sie vorhanden sind, zu 5 bis höchstens 20 Proz. den Beschickungen zugesetzt, ohne die Qualität des Roheisens zu beeinträchtigen. Ein so hoher Zusatz als 20 Proz. ist selten und nicht zweckmäßig.

Der gekuppelte Hohofenbetrieb. Unter dieser Ueberschrift bespricht Hr. von Mayrhofer einen solchen Hohofenbetrieb, wobei der des einen Ofens von dem des andern dadurch abhängig gemacht wird, daß der eine die Schlacke des andern als Zuschlag in

seine Beschickung aufnimmt. Wir verweisen auf diese in Nr. 32 der Oestr. Zeitschr. von 1861 mitgetheilte Arbeit.

VII. Theorie des Hohofenprozesses.

Ueber die nähere Kenntniß des Hohofenprozesses theilten wir im 4. Bde., S. 143, eine sehr wichtige Arbeit des Hrn. P. Tunner mit. Auf seine Veranlassung wurden die Versuche darüber zu Eisenerz von dem k. k. Hüttenverwalter Stockherr daselbst fortgesetzt und es wurde von demselben im 10. Bde. des Jahrbuches, S. 491, folgender Bericht mitgetheilt: — „Da noch dieselbe Hohofencampagne währte, bei der die vorjährigen Bestimmungen bei diesem (dem sogenannten Wrbna-) Ofen vorgenommen wurden, so haben auch alle Dimensionen und Verhältnisse der Ofenzustellung zu gelten, wie solche früher angegeben wurden. Bemerkt muß jedoch werden, daß der Ofen in Wirklichkeit seit einem Jahre, wo die ersten Versuche vorgenommen worden sind, etwas erweitert ist, daher die Temperatur in den oberen Theilen mehr zugenommen hat, wohin alle sonstigen Betriebserscheinungen deutlich weisen. Uebrigens wurde bei allen Versuchen darauf gesehen, daß der Ofengang ein möglichst gleichförmiger war.

Die bei den vorliegenden Bestimmungen in Anwendung gebrachten Vorrichtungen sind gleichfalls dieselben, welche früher gebraucht worden sind, nur in soferne abgeändert, daß die vorjährige Kette mit schuhigen Gliedern vertauscht wurde gegen 6 Fuß lange und 6 Linien starke Stangen von Schmiedeeisen, an deren unterste die Probekapsel mit Schraubenbolzen befestigt war, und die unter sich nach Bedarf der Länge mittelst Schraubenmuffen verbunden werden konnten. Hierdurch wurde beabsichtigt, das Verdrehen der einzelnen Kettenglieder zu beseitigen, um das senkrechte Niedergehen der Kapsel genauer bewerkstelligen zu können. Jedesmal, wenn das frühere Stangenstück mit der Kapsel und Gicht niedergegangen war, brachte man ein neues mittelst der Muffenschraube in Verbindung. An das neue Stangenstück wurde am obern Ende ein drehbarer Haken angeschraubt, welcher die ganze Vorrichtung durch eine Kette mit einer gewöhnlichen Schiffswinde in Verbindung brachte. Während dem Wechsel der einzelnen Stäbe faßten zwei Arbeiter das aus der Gichtöffnung hervorstehende Stück mit einer Kreuzzange, damit dasselbe unter der Zeit nicht nachrücken konnte.

Im Ganzen wurden 12 Einsätze durchgeführt, deren Resultate in nachfolgender Tabelle angegeben sind.

Post-Nummer	Eingesenkt auf Fuß Tiefe	Zeit im Ofen, Stunden	Eingesetzte Legirungen Nummer	Hiervon waren vollkommen geschmolzen	Hiervon waren an den Kanten abgerundet	Entsprechende Temperatur, Grade C.	Anmerkung.
1	8	6	1—10	1—6	7—8	580	
2	8	6	1—8	1—6	7	580	
3	11	6	1—10	1—10	—	820	
4	11	6	6—15	6—10	14—15		
5	17	4	15—24	—	—	—	Die Kapsel an der Schraube abgerissen.
6	17	3	15—24	15	16	890 bis 900	Die Kapsel an der Schraube sehr schadhaft.
7	17	3	11—17	11—15	16		
8	23	3	13—22	—	—		Die Stange am Schraubengewinde abgerissen.
9	23	3	12—17	—	—		Die Kette abgerissen.
10	23	2	16—22	—	16		
11	23	2	13—19	13—14	15—16		
12	25 ½	2	14—20	14—15	16		

Mit den Metall-Legirungen waren jedesmal Erze und Kohlenstücke nebst einem Stücke Eisendraht eingelegt. Um das Fortschreiten der Röstung beobachten zu können, wurden sowohl geröstete, wie ungeröstete Erze in die Kapsel gegeben. Das jedesmalige Drahtstück durch den Haken an einem Ende kennbar, war mit diesem an dem Kapseldeckel frei aufgehangen, mit den Kohlen daher in keiner Berührung, um die alleinige Einwirkung der Gase entnehmen zu können.

Die größte Schwierigkeit bot das Reißen des Stabeisens, sobald dasselbe längere Zeit den Einflüssen der Gase überlassen gewesen war. Obwohl jedesmal stärkere Dimensionen genommen wurden, was vorzüglich bei der Herzschraube des Kapseldeckels geschah, so konnte das Abbrennen des Eisens nie vermieden werden, sobald die Gase bei entsprechender Temperatur durch eine gewisse Zeitdauer (daher in den unteren Ofentheilen viel schneller) ihren zerstörenden Einfluß übten. Um die Probe auf 25 $1/2$ Fuß Tiefe durchzuführen, wurde eine $3/4$ Zoll starke Stange, an welche eine sehr solide Kapsel gut befestigt war, mit einer starken und sorgfältig untersuchten Kette verbunden, welche Vorrichtung auch für 2 Stunden genügte. Als man aber hiermit auf 23 Fuß durch 3 Stunden zurück ging, war die Kette gänzlich verbrannt und gerissen.

Aus allen Proben scheint hervorzugehen, daß nach erreichten 880 bis 900 Graden die Einwirkung der Gase auf das Stabeisen eine sehr schnelle ist, und dieses Eisen in einer größeren Hitze nur kurze Zeit widerstehen kann."

Die diesem Berichte beigelegten einzelnen Erzproben ließen erkennen, daß bei 500—580 Graden, selbst nach einem sechsstündigen Verweilen an dieser Stelle, kaum eine merkbare Reduction vorgegangen ist. Die ungeröstet eingelegten Spatheisenstein-Stücke sind aus dieser Stelle und Temperatur noch unzersetzt hervorgegangen. Die Kohlensäure fordert daher zu ihrer Entbindung aus dem Spatheisensteine eine höhere Temperatur als 580 Grad. Bei einem sechsstündigen Verweilen in einer Temperatur bis zu 820 Grad scheint zwar die Kohlensäure der ungeröstet eingelegten Spatheisensteine völlig entfernt, allein die Reduction der Eisenoxydate noch immer nicht sehr weit vorgeschritten. Selbst nach einem 2—3stündigen Verweilen in einer Temperatur bis zu 900 Grad war die Reduction der Eisenerze nicht viel weiter vorgerückt.

Hieraus kann mit voller Zuversicht gefolgert werden, daß die Ursache, warum die Erze bei diesem Hohofen in der Gegend des Kohlensackes eigentlich nur erst vorbereitet (gut geröstet) nicht reducirt sind, nicht etwa darin gelegen sei, daß der Schachtraum über dem Kohlensacke zu klein ist, sondern lediglich in der zu niedrigen Temperatur gesucht werden muß.

Nachdem die Spatheisensteine von Eisenerz zu den am leichtesten reducirbaren Eisenerzen gehören, so darf wohl allgemein der Satz ausgesprochen werden, daß zur Vollendung der Reduction der Eisenerze im Hohofen eine Temperatur von mehr als 900 Grad C. erforderlich ist. Um vieles höher kann die nöthige Reductions-Temperatur im vorliegenden Falle jedoch nicht sein, weil sonst nicht mehr die nöthige Zeit zur Reduction vor der Schmelzung vorhanden wäre, welcher letztern überdies noch die Kohlung vorausgehen soll. Aller Wahrscheinlichkeit nach kann der mögliche Fehler nicht 100 Grad betragen, wenn die nöthige Temperatur zur Vollendung der Reduction bei leicht reducirbaren Eisenerzen in einem Hohofen zu 1000 Grad C., d. i. nahe Silberschmelzhitze, angenommen wird.

Bei 1000 Grad dürfte auch so ziemlich die Grenze gelegen sein, an der die Verbindung zwischen Eisen und Kohle im Hohofen beginnt. Die vom Herrn Stockherr zur Controle in die Probe-Kapsel gehängten Eisendrähte ließen weder mit noch ohne Berührung mit

Kohle eine Aenderung erkennen, obgleich sie einer länger dauernden Temperatur bis 900 Grad ausgesetzt waren. Die Cementation des Stabeisens mit Holzkohle wird im Großen bekanntlich ungefähr bei Kupferschmelzhitze, d. i. bei 1170 Grad durchgeführt; steigt jedoch die Temperatur aus irgend einer Ursache bis zu ungefähr 1400 Grad, so erhält man in den Cementkisten statt Stahl theilweise Roheisen.

Die Grenzen der Reductions- wie der Kohlungs-Temperatur des Eisens im Hohofen erscheinen hierdurch sehr nahe, für die meisten Fragen wohl nahe genug, ermittelt. Und zugleich ist nachgewiesen, daß diese Prozesse, mit den zuvor gehörig vorbereiteten Erzen, in überraschend kurzer Zeit durchgeführt werden.

Sobald Zeit und Gelegenheit sind, sollen die vom Herrn Stockherr eingesandten einzelnen Erzproben auf ihren Gehalt an Eisenoxydul und Eisenoxyd näher untersucht werden. Ingleichen wird näher zu prüfen sein, ob die auffallende Festigkeits-Verminderung, welche die Eisenstäbe in der höhern Temperatur erlitten haben, blos physikalischen oder eigentlich chemischen Aenderungen zuzuschreiben sind.

VIII. Auffangung und Benutzung der Hohofengase.

Von den verschiedenen, im Laufe des Jahres 1861 bekannt gewordenen **Gichtgasfängen** beschreiben wir folgende:

Einen combinirten Gichtgasfang schlägt der Hüttenbeamte **Th. Ebeling** zu Zorge am Harz in der Freiberger Zeitung Nr. 11, 1861, vor. — Wir theilen die Beschreibung hier mit: — Die bis jetzt gebräuchlichen Vorrichtungen zum Abfangen der Hohofengichtgase scheinen sich noch immer nicht so recht überall bewähren zu wollen, wenigstens hat man sich hier und da genöthigt gesehen, derartige Apparate und selbst solche nach neuerer Construction wieder wegzulassen und lieber nach alter Weise die Gichtflammen als solche direkt zu den bekannten Zwecken zu benutzen.

Der Gasfang bietet indessen ein so vorzügliches Mittel dar, mit den Gichtgasen zu operiren, dieselben in Röhren und Kanälen nach allen möglichen Richtungen an verschiedene und beliebig gelegene Orte der Verwendung hin abzuleiten und solcher Gestalt die Ueberhitze des Hohofens, diese so reichlich und stetig strömende Wärmequelle, möglichst vollständig auszunutzen, daß es sich wohl der Mühe lohnt, eine Erfindung fernerweit zu cultiviren, durch welche **Faber du Faur** sich für alle Zeiten einen Namen gesichert und zu den erfreulichsten Fortschritten auf diesem Gebiete die erste Anregung gegeben hat.

Es sei darum im Folgenden versucht, die (so viel dem Verf. bekannt) jetzt gebräuchlichen Vorrichtungen fraglicher Art auf ihre noch etwa vorhandenen Mängel kurz zu prüfen und eventuell zu deren Beseitigung Einiges beizutragen.

Von der ursprünglichen Art und Weise der direkten Abfassung der Hohofengase in bedeutender Tiefe unterhalb der Gicht (bei $1/3$ der ganzen Schachthöhe und darüber) mittelst eines oder mehrerer von der inneren Schachtwand ausgehender Kanäle behufs Benutzung zu anderweiten Schmelz- oder Frischprozessen rc. ist man jetzt wegen der damit verbundenen gegenseitigen zu großen Störungen und Beeinträchtigungen des Ofenganges wohl so allgemein zurückgekommen, daß hier ohne Weiteres darüber hinweggegangen werden darf.

Durch ein Höherhinauflegen dieser direkt wirkenden Kanäle bis nahe unter die Gichtöffnung, wie man wohl noch hin und wieder das Gasabfangen ausgeübt findet, werden zwar die Hauptübelstände jener ursprünglichen Methode bedeutend moderirt; indessen wird damit der Fehler nicht beseitigt, daß die Gase noch so einseitig, zu scharf nach den einzelnen Kanalmündungen hin abgezogen werden, und in Folge dessen schon mehrere Fuß unterhalb derselben die Beschickungssäule in der Mitte fast gar nicht, an den Seiten aber nur ungleichmäßig durchströmen und die Schachtwände um die Kanalmündung und unterhalb derselben vorzugsweise zerstören, wie man das nach dem Ausblasen eines auf solche Weise vorgerichteten Ofens deutlich wahrnehmen kann.

Letzterer Uebelstand wird nun durch Anwendung der in die Gicht eingehängten einfachen und doppeltwandigen Cylinder mit und ohne Aufgebekegel zwar hinlänglich vermieden, indem alsdann vermöge der den Cylinderraum ausfüllenden gleichmäßig geschichteten Gichten die Gase genöthigt sind, an jedem Punkte des unteren Cylinderrandes unter gleichem Drucke in den hohlen Raum zwischen Schacht und Ring einzutreten, um von diesem aus erst in den Gasabzugskanal abgeführt zu werden; jedoch ist damit nicht auch zugleich dem Mangel abgeholfen, daß die Gase, zumal bei vollständiger Abfassung, schon aus ziemlicher Tiefe unterhalb des Cylinders vorzugsweise, wenn auch gleichmäßig, nach der Schachtperipherie abgezogen werden und die eigentliche Beschickungssäule, je mehr nach der Mitte zu, nur um so schwächer durchdringen.

Eine ganz natürliche Folge von diesem Vorgange aber ist dann die, daß die Beschickungssäule unterhalb des Apparats auf ein nicht unbeträchtliches, vielleicht bis in die Nähe der Reductionszone hinab-

reichendes Stück ungleichmäßig vorgewärmt, der normale Gang des Ofens mithin mehr oder weniger gestört wird.

Diesem Uebelstande nach Möglichkeit zu begegnen, dürfte die hier beschriebene und durch Zeichnungen auf Taf. III (Fig. 3 Grundriß und Schnitt durch den Kanal, Fig. 4 Vertikalschnitt nach AB) erläuterte Vorrichtung wohl geeignet sein.

In den circa 5 Fuß hohen Blechcylinder c ist ein eben so tief in die Gicht hinein reichendes hohles, unten offenes und oben dachförmig geschlossenes Kreuz k, ebenfalls von Blech, möglichst luftdicht eingenietet, mit dem Gasfangraume hinter dem Cylinder durch die vier Oeffnungen o correspondirend. Dieses Kreuz soll und wird nun eben die wesentliche Funktion erfüllen, den die eigentliche Beschickungssäule durchstreichenden Theil der Gase aufzunehmen und mit dem hart an den Schachtwänden in die Höhe steigenden und an der Schachtperipherie direkt hinter den Cylinder eintretenden anderen Theil der Gase durch die vier Oeffnungen o zu vereinigen, von wo ab sie dann mittelst eines oder mehrerer Kanäle r (in Fig. 3 zum Theil durch punktirte Linien angedeutet) nach dem Orte der Verwendung abgeführt werden. Die Anordnung der beiden diametral und mitten zwischen zwei Kreuzenden vom Gasfang ausgehenden Kanäle r hat den Zweck, die Gase zu einem noch gleichmäßigeren Aufsteigen innerhalb des ganzen Apparats, namentlich aber innerhalb des Kreuzes und in Folge dessen auch durch die Beschickungssäule schon unterhalb des Apparates zu veranlassen. Außerdem bewirkt das Kreuz, indem sich am unteren Ende desselben der Schachtraum plötzlich um den ganzen Querschnitt des hohlen Kreuzes erweitert, eine Auflockerung der Beschickung, die, bis in ziemliche Tiefe unterhalb desselben sich noch fortpflanzend, ebenfalls nur vortheilhaft auf den Ofengang influiren wird.

Weit entfernt, beim Aufgeben hinderlich zu sein, kann das Kreuz als sogenanntes Stürzekreuz zum gleichmäßigeren Vertheilen der Gichten dienen, für welchen Fall dann zur Schonung desselben Winkel von Blech oder Gußeisen aufzulegen wären.

Eine angemessene Weite der Gichtöffnung (nicht unter 6 Fuß) dürfte bei Anwendung dieses combinirten Gichtgasfanges allerdings wohl anzurathen sein, da sonst die durch das Blechkreuz gebildeten Gichtquadranten, wenn sie gar zu enge sind, die aufzugebenden Massen nicht gleichmäßig und ohne Widerstand möchten sinken lassen; nachdem man jedoch die Erfahrung zur Genüge gemacht, daß eine Erweiterung der Gichtöffnung (wenn auch nicht bis zum Extrem)

für den Betrieb nur vortheilhaft sich erwiesen, so wird man keinen Anstand zu nehmen brauchen, die zu vorliegendem Zwecke etwa noch erforderliche Gicht- und Schachterweiterung eintreten zu lassen. Bei einem Kohlensackdurchmesser von 9 bis 11 Fuß für Holzkohlenhohöfen dürfte eine Gichtweite von 6½ bis 8 Fuß nur angemessen, eine über dieses Verhältniß hinausgehende Erweiterung der Gicht aber zu vermeiden sein, da alsdann dem, namentlich bei Holzkohlenöfen mit schwacher Windpressung wohl zu berücksichtigenden Prinzipe der Auflockerung der Massen, diesem Hauptendzweck der konischen Gestalt des Schachtes, nicht genügend Rechnung würde getragen werden.

Weite Gichten sind den engen auch aus dem Grunde vorzuziehen, weil der von dem Apparat in Anspruch genommene Schachtraum mehr Gichten faßt, der Unterschied in der Höhe der die Gase abdrückenden Beschickungssäule unmittelbar vor und nach dem Aufgeben also geringer ist, und die Gase unter gleichmäßigerem und zugleich bedeutenderem mittleren Drucke entweichen müssen, als dieß bei Anwendung enger Gichten der Fall ist.

Um ein Zusammendrücken der Wände des Blechkreuzes zu vermeiden, kann man dieselben inwendig mit Spreizen versehen, und um etwaige Explosionen innerhalb des Apparats unschädlich zu machen, wird die Vorsichtsmaßregel vollkommen genügen, daß man bei Anfertigung des Apparates die über dem Gichtkranz hervorragenden dachförmigen Enden der Kreuzarme n offen läßt, und sie nach dem Anblasen des Hohofens mit Kapseln verschließt, die alsdann im Falle des Eintretens von Explosionen ohne alle Gefährdung der übrigen Theile des Apparates einfach abgestoßen werden. Uebrigens braucht man in dieser Beziehung um so weniger etwas zu fürchten, als es die Mitanwendung des Blechkreuzes um so mehr ermöglicht und ohne Benachtheiligung des Ofenganges auch um so eher gestattet, die Gicht vollständig todt zu halten, d. h. sämmtliche Gase durch den Apparat abzuziehen, wodurch der ganze Gichtraum, zumal wenn er nicht zu enge ist, so kühl gehalten wird, daß es innerhalb des Apparates schon an der zum Entzünden explosiver Gasgemische nöthigen Temperatur fehlen dürfte.

Hegt man Bedenken, daß auch unter Mitanwendung des Blechkreuzes auf angegebene einfache Weise die Gase gehörig vertheilt in den Apparat eintreten, so ließe sich das dadurch noch vollständiger erreichen, daß man in der Höhe des unteren Horizonts der Oeffnungen o durch den ganzen Querschnitt des hohlen Raums sowohl

innerhalb der Kreuzwände, als auch zwischen Cylinder und Schacht, entsprechend construirte, horizontalgehende Lochschieber anbrächte, die sich alsdann nöthigenfalls durch die Kapselöffnungen oberhalb des Gichtrandes würden stellen lassen; da jedoch der Apparat dadurch nicht unbedeutend schwerer, ungleich complicirter und dem Verstopfen leichter ausgesetzt werden würde, so möchten diese Nachtheile die etwa zu erreichenden jedenfalls nur geringen Vortheile doch zu sehr überwiegen, um das Anbringen der gedachten Schiebervorrichtung räthlich erscheinen zu lassen.

Um schließlich einer von den Widersachern der Gasfangapparate denselben gewöhnlich gemachten Ausstellung noch Erwähnung zu thun, nämlich der, daß bei Anwendung der fraglichen Vorrichtung der normale Ofengang aus dem Grunde und in dem Maße beeinträchtigt werden müßte, als dadurch an Höhe, resp. an Capacität des Ofenschachtes, ein entsprechender Theil verloren gegeben würde, so möchte diese Behauptung wohl in den seltensten Fällen stichhaltig sein; denn was man durch einen mäßig hohen Gichtgasfang an Capacität des Ofens verliert, kann man ihm durch eine verhältnißmäßig sehr geringe Erweiterung des Kernschachtes leicht ersetzen, es müßte denn sein, daß der Ofen von Haus aus gar zu niedrig und eine entsprechende Erhöhung, resp. Erweiterung desselben durchaus unstatthaft wäre. Ist aber z. B. ein Holzkohlenofen 33 Fuß und darüber hoch, so wird er unbeschadet der Satztragfähigkeit einige Fuß an seiner Höhe unter gleichzeitiger Schachterweiterung recht wohl verlieren können. Ein bei dieser Gelegenheit zu erwähnender, den weiten Schächten das Wort redender Umstand ist noch der, daß bei gleichem Rauminhalt ein weiter Schacht eine erheblich geringere Wandfläche hat, als ein geringer, daß also auch bei ersterem ein geringerer Wärmeverlust durch Absorbirung der Wände statthaben wird, als bei letzterem; so würde z. B. die innere Wandfläche eines Schachtes von 7 Fuß mittlerem Durchmesser und 1400 Cubikfuß Rauminhalt von der Rast bis zur Gicht zu der eines solchen von 9 Fuß Durchmesser und gleichem Cubikinhalte sich verhalten, wie 4 : 3, in welch ähnlichem Verhältnisse denn auch die Wände des ersteren Schachts an Wärme mehr absorbiren würden, als die des letzteren.

Auf einigen Hohöfen im Siegerlande ist vor Kurzem eine recht zweckmäßige Verbesserung in der Vorrichtung zum Abfangen der Gichtgase zum Zweck der Windheizung &c. (Schlesische Wochenschrift 1861, Nr. 32) eingeführt worden.

Bisher geschah — und geschieht zum allergrößten Theile auch noch — die Ableitung der Hohofengase in der bekannten Weise, wie sie zuerst auf dem Hüttenwerke Le Creusot in Frankreich angewandt wurde und im Wesentlichen darin besteht, daß der obere Theil des Ofenschachtes ein wenig erweitert ist, in welche Gichterweiterung ein konischer Cylinder von Gußeisen oder Kesselblech hinein hängt, der die Erweiterung nicht ganz ausfüllt und dessen Wandungen mit den Wänden des Ofenschachtes unterhalb der Erweiterung bezüglich ihrer Längenrichtung correspondiren. In dem außerhalb des Cylinders vorhandenen mantelförmigen Raum sammeln sich die Gase und treten durch einen oder mehrere Kanäle oder Röhren in denjenigen Raum, in welchem durch ihre Verbrennung eine Erwärmung des Gebläsewindes, eine Dampfentwickelung, eine Röstung ꝛc. herbeigeführt werden soll.

Dies ist eine sehr beliebte und recht gute Einrichtung, doch wird sie von dem hier in Rede stehenden neuen einfachen Apparat in mehrfacher Beziehung übertroffen.

Dieser Apparat besteht in einem 8 Zoll breiten und 4½ Zoll starken gußeisernen, mit Stollen versehenen Ringe, der in passender Höhe in den Kernschacht eingelassen ist, dessen Mauerwerk auf ihm weiter aufgeführt und dabei ein leerer mantelförmiger Raum gelassen wird, in welchem die durch die zwischen den Stollen befindlichen Oeffnungen eintretenden Gase sich ansammeln, und woraus sie durch einen Kanal oder ein Rohr — oder auch je nach den Umständen durch mehrere Kanäle oder Röhren — an ihren Bestimmungsort geleitet werden. Ein Scheibenventil in letzterem kann den Gasstrom reguliren.

Die Vorrichtung ist aus den zugehörigen Abbildungen auf Taf. III zu ersehen. Fig. 5 stellt die Ansicht des Ringes von unten dar. Fig. 6 ist ein Durchschnitt desselben von A nach B aus Fig. 5. Fig. 7 ist ein Vertikalschnitt von dem oberen Theile des Kernschachtes mit eingelegtem Ringe.

a,a bezeichnen die sechs am Ringe befindlichen Stollen von 2 bis 3 Zoll Höhe und der Breite des Ringes, 8 Zoll.

b,b sind die Zwischenräume oder Oeffnungen zwischen den Stollen zur Aufnahme der Gase.

c,c ist der mantelförmige hohle Raum im Gemäuer des Kernschachtes für die Aufnahme und Ansammlung der Gase.

d ist ein gußeisernes Gasableitungsrohr.

e,e sind die gußeisernen Belegplatten der Gicht, die zum Ab-

heben eingerichtet sind, da denn eine Reinigung der Gasleitung selbst während des Betriebes stattfinden kann.

Wir haben in unserer Zeichnung einen Siegen'schen Holzkohlen-Hohofen mit 4 Fuß (Rheinl.) Gichtweite angenommen. Ein hiermit im Verhältniß stehender $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuß unter dem Gichtrande liegender Gasring hat einen Preis von 40 bis 45 Thlrn., während ein gewöhnlicher Gasfang für einen Hochofen von gleicher Größe, aus dem konischen Cylinder bestehend, 90 bis 120 Thlr. kostet. Letzterer ist einer schnellen Abnutzung, einem starken Verschleiß unterworfen, weil durch die oft eintretende starke Hitze und spätere rasche Abkühlung des Cylinders stets ein Werfen oder Springen desselben herbeigeführt wird, so wie derselbe auch durch das Aufgeben der Erze nicht wenig zu leiden hat. Bei der neuen Einrichtung fällt dieß Alles weg. Beim Ausblasen des Hohofens mußte der bisherige Gasfang stets herausgehoben werden, was immer eine lästige und umständliche Sache war. Der angegebene Ring kann Jahr aus Jahr ein immer unverändert an seiner Stelle bleiben. Ein Reinigen der Gasleitung während des Betriebes des Ofens konnte bisher gar nicht oder doch nur mit sehr großer Mühe bewerkstelligt werden, läßt sich aber bei der neuen Einrichtung mit größter Leichtigkeit ausführen.

Der neue Gasableitungsapparat ist also um mehr als die Hälfte billiger, wie der beliebteste der bisher gebräuchlichen, dann ist er auch ungleich dauerhafter und endlich um Vieles handlicher und weniger hinderlich.

Ueber das Abfangen der Gichtgase bei mehreren englischen Hohöfen bemerkt Samuel Lloyd zu Wednesbury in dem London Journal und daraus im Polytechn. Journal, Bd. CLXI, S. 353 ff., Nachstehendes: — Die Methode, die Gichtgase der Hohöfen abzufangen, ohne eine geschlossene Gicht anzuwenden, wurde nach einer Reihe von in anderer Richtung angestellten und mißlungenen Versuchen bei dem Old-Park-Eisenwerk, Wednesbury, und mehreren anderen Eisenwerken in Anwendung gebracht, nachdem es sich herausgestellt hatte, daß alle Einrichtungen, welche eine geschlossene Gicht voransetzen, den Gang des Ofens benachtheiligen.

Bei dem Old-Park-Eisenwerk wurde der erste Versuch, die Gichtgase zur Feuerung zu benutzen, im Jahre 1849 gemacht. Man glaubte, daß drei Oeffnungen von je 2 Quadratfuß, die etwa 12 Fuß unterhalb des Gichtplateaus rings um den Ofen in gleichen Entfernungen angebracht und durch einen Ziegelsteinkanal mit dem Dampfkessel verbunden waren, hinreichend Gas durchlassen würden,

um den größten Theil des benöthigten Dampfes zu erzeugen. Indessen bewährte sich die Einrichtung in der Praxis keineswegs, indem der Ziegelsteinkanal nicht luftdicht zu erhalten war, und zeitweise wiederholte Explosionen stattfanden, deren letzte von der heftigsten Erschütterung der Hütte und starkem Umherschleudern der Steine begleitet war. Der gemauerte Kanal wurde daher durch einen eisernen ersetzt; dieß war eine große Verbesserung, aber es gelangte doch noch nicht genug Gas zu den Kesseln, da die Esse zum Absaugen der Gase für sieben Kessel nicht kräftig genug war, indem sie nur 90 Fuß Höhe und $2\frac{1}{3}$ Quadratfuß Querschnitt hatte, so daß mehrere Kessel noch mit Kohle gefeuert werden mußten, wenn der erforderliche Dampf erzeugt werden sollte.

Es zeigte sich bald, daß die erwähnten Oeffnungen nachtheilig wirkten, so oft der Hohofen still stand, weil dann sofort durch sie in den Ofen ein Luftstrom einzog, der eine große Menge Erz um und unter den Oeffnungen in starren Zustand überführte und einen so schlechten Gang des Ofens verursachte, daß die Oeffnungen wieder zugemauert werden mußten.

Es wurde daher nunmehr ein Cylinder von Eisenblech in die Gicht eingehängt und das Ende des eisernen Abzugsrohrs durch die Seite des Ofens gesteckt; hierbei zog aber nur wenig Gas nach den Kesseln hinab und die Gichtflamme blieb fast unverändert.

Zu derselben Zeit wurde ein Versuch gemacht, die Gichtgase von einem mit heißem Winde betriebenen Hohofen abzuleiten, ohne eine Aenderung am Ofen selbst zu machen. Ein Ventilator wurde in einer gußeisernen Kammer angebracht, von welcher gußeiserne Röhren von 12 Zoll Durchmesser am Hohofen außerhalb desselben hinauf gingen, deren Ende hinter dem Cylinder in den Hohofen hineinging. Ein weiteres Rohr führte dann die Gase aus dem Ventilator zum Kesselofen. Bei einer Geschwindigkeit von 900 bis 1000 Umdrehungen per Minute trieb der Ventilator, dessen hohle Axe durch einen hindurchfließenden Wasserstrahl kühl erhalten wurde, eine große Menge Gas in den Kesselofen; doch wurde der Versuch, da der schon alte Ventilator bald zerbrach, nicht weiter fortgesetzt, obwohl daraus hervorging, daß man mit einem hinreichend großen Ventilator die sämmtlichen Gichtgase eines Hohofens abfangen kann. Ein Lemielle'scher Exhaustor, wie er in Belgien und Frankreich in großem Maßstabe zum Ventiliren der Kohlenbergwerke angewendet wird, dürfte sich noch besser hierzu eignen, weil er in Folge seiner

langsamen Bewegung Unfällen nicht so leicht ausgesetzt ist, wie ein Ventilator.

Der Hohofen war nicht lange mit dem in der Gicht eingehängten eisernen Cylinder im Betrieb gewesen, als dieser wegen der großen Hitze in der Gicht zerstört war und zusammenfiel. Aus diesen Versuchen ging hervor, daß eine viel kräftigere Esse erforderlich wäre, um das Gas hinreichend abfangen zu können. Es wurde daher eine solche von 130 Fuß Höhe und 6½ Fuß oberem Durchmesser errichtet und ein neuer, dem früheren ähnlicher Cylinder in der Gicht eingehängt, welcher mit seinem Rande auf dem Gichtrande ruhte. Dies ergab eine große Masse gut wirkender Gase unter den Kesseln. Allein der Hohofen litt erheblich in seinem Gange, es resultirte weniger Roheisen und dieses war weiß, während die angewandten Kohlengichten graues hätten liefern sollen. Es wurden noch verschiedene Aenderungen vorgenommen, aber der Betrieb des Hohofens blieb stets benachtheiligt, was sich durch eine geringere und in der Qualität schwankende Produktion herausstellte. In mehreren Fällen wurden Stücke Kokes und Eisenerz fast ganz unverändert am Boden des Ofens heraus gezogen. Nachdem noch ein kürzerer und ein Paar anders geformte Cylinder probirt worden waren, wurde die Benutzung der Gichtgase in dem genannten Eisenwerke gänzlich aufgegeben.

Versuche, welche an den neuen Hohöfen zu Bilston im Jahre 1852 angestellt wurden, haben ebenfalls dargethan, daß bei geschlossener Gicht, in Folge des bewirkten Drucks im Innern des Hohofens, nur weißes Eisen, niemals aber graues, zu erzielen war, weshalb auch dort auf die Benutzung der Gichtgase verzichtet werden mußte. Dasselbe Resultat ergab sich auf mehreren andern Eisenwerken, sowohl bei Anwendung des in die Gicht eingehängten Cylinders, als bei geschlossener Gicht, und nachdem alle Bemühungen, die Gichtgase zu benutzen, aufgegeben waren, wurden erst im Jahre 1857 durch C. E. Darby in Brymbo bei Wrexham wieder Versuche mit einem neuen System gemacht.

Dieses besteht darin, daß in die offene Gicht eine niedergebogene und erweiterte Fortsetzung der Leitungsröhre für die Gichtgase eingesteckt wird, welche in der Mitte der Schmelzmaterialien bis zu einer solchen Tiefe herab reicht, daß man sicher sein kann, nur brennbare Gase und keine Luft zu erhalten.

Die zugehörige (dem Mechanics Magazine vom 14. Juni 1861 entnommene) Abbildung auf Taf. III, Fig. 8, zeigt die in Rede

stehende Construction. Der in der offenen Gicht eingesetzte, die Gase abfangende, gußeiserne Cylinder G ist glockenförmig und an die Röhre aus Schmiedeeisen A durch vier starke eiserne Klammern angesetzt, außerdem sind noch vier Schraubenbolzen vorhanden, um den Cylinder festzuhalten, wenn eine der Klammern etwa nachgeben sollte. Der Cylinder G war anfangs mit feuerfesten Ziegeln bekleidet, doch sind schon mehrere davon abgefallen. Das Rohr A hat 3 Fuß 9 Zoll äußern, die Gicht 9 Fuß Durchmesser, das Rohr B hat 3 Fuß Durchmesser und führt die Gase in die horizontale Hauptröhre C, welche sie auf die drei nebeneinander liegenden Kessel durch die Röhre E vertheilt. Letztere hat 22 Zoll Durchmesser und tritt gerade oberhalb der Feuerthür in jeden Kesselofen ein. Die nöthige Verbrennungsluft findet ihren Einlaß durch Löcher in den Feuerthüren, und wenn dieß nicht hinreicht, durch Schieber oberhalb derselben. Die Aschenthüren sind dicht durch eiserne Thüren verschlossen. Auf den Rosten der Kesselöfen wurde früher ein kleines Feuer unterhalten, ganz nahe an der Mündung der Röhre, welche das Gas zuläßt, damit dieses nach einem zeitweisen Stillstand des Hohofens niemals im unentzündeten Zustande unter die Kessel gelangen und dann bei seiner plötzlichen Entzündung eine Explosion veranlassen kann. Später hat man aber diese Vorsichtsmaßregel als unnöthig aufgegeben und die Roste mit einer Lage feuerfester Ziegel bedeckt (wie man bei M sieht), um eine geschlossene heiße Kammer für die Verbrennung des Gases zu bilden. Das Gas wird aus dem Hohofen durch den Zug der für die Dampfkessel vorhandenen Esse abgesaugt, welche 90 Fuß hoch ist, 40 Fuß über das Gichtplateau hinauf reicht und oben einen Querschnitt von 4 Quadratfuß hat. Der Zug dieser Esse, welcher bei Benutzung des Gases an ihrer Basis einer Wassersäule von 0,74 bis 0,84 Zoll entspricht, reicht vollkommen hin, um für 2 Kessel genug Gas abzufangen, aber nicht für drei Kessel.

Das Blech des Rohres A ist $1/_2$ Zoll dick. Das Gußeisen des Cylinders G ist $1\,^3/_8$ bis 2 Zoll dick und derselbe hat eine Höhe von $3\,^1/_2$ Fuß. Das Knierohr ist in geeigneter Weise gestützt. Der Rand des Gasrohres befindet sich 5 Fuß unterhalb des Gichtplateau und es muß stets die Beschickung bis zum oberen Ende von G angehäuft werden, damit keine Luft mit den Gasen abgefangen werden kann. Eine mit Angeln versehene schmiedeeiserne Thür von etwa 3 Quadratfuß Fläche und mit 56 Pfund beschwert ist auf der oberen Seite des Hauptleitrohres angebracht, und öffnet sich nach

Außen; sie dient als Sicherheitsklappe bei etwa eintretender Explosion.

Wenn der Cylinder verbrannt ist und durch einen neuen ersetzt werden soll, so wird das ganze Knierohr gelöst und heraus genommen, wobei der Aufenthalt nur 3 Stunden dauert. Das Blech des Rohrs B ist nur $^1/_8$ Zoll dick und hat gut ausgehalten.

In Folge der befriedigenden Resultate, welche diese Construction in Brymbo lieferte, hat der Verfasser auch deren Anwendung im Old-Park-Eisenwerk empfohlen. Der daselbst jetzt im Gebrauche befindliche Apparat hat ein Gasrohr aus Schmiedeeisen von 4 Fuß 6 Zoll innerem Durchmesser unten und 4 Fuß 9 Zoll oben, und ist aus halbzölligem Kesselblech gemacht. Der daran stoßende Gußeisencylinder hat 4 Fuß 6 Zoll Durchmesser, 3 Fuß 6 Zoll Länge, ist 2 Zoll dick und erstreckt sich bis 6 Fuß unter dem Gichtplateau. Das Rohr verlängert sich in passender Höhe seitwärts und wird durch einen Sattel von Gußeisen getragen. Das niedergehende Hauptrohr hat einen flachen Boden, ist 4 Fuß 3 Zoll weit und 4 Fuß 6 Zoll hoch, und neigt sich allmälig nach den 200 Fuß entfernten Kesseln hinab. Zwei Sicherheitsklappen sind auf dem Hauptrohr angebracht.

Das Gas wird aus dem Hauptleitrohr den Kesseln durch ein rechteckiges Rohr von 4 Quadratfuß Querschnitt zugeführt, welches mit jedem Kessel durch einen Schieber und Rohr verbunden ist. Das Gas wird über der Feuerthür in den Ofen eingelassen und zieht gegen ein geneigtes Ziegelgewölbe, von welchem es niederwärts deflektirt wird, damit es sich mit der an der Feuerthür eintretenden Luft mischt. Die Kessel haben zwei Feuerzüge und werden von unten gefeuert; die Gase gehen unten durch, dann von hinten an den Seiten zurück und endlich zur Esse, welche 130 Fuß hoch ist und sich 85 Fuß über die Oberfläche der Schmelzmaterialien im Hohofen erhebt.

Der Aschenraum ist geschlossen, doch wird ein kleines Feuer unter jedem Kessel nahe an der Feuerthür unterhalten, um zu verhindern, daß jemals Gas unverbrannt unter den Kesseln hinzieht. Sechs Kessel werden durch die Gase eines Hohofens versorgt; diese geben mit noch zwei andern Kesseln Dampf genug zum Betrieb der Gebläsemaschine, welche den Wind für drei Hohöfen, ein Raffinirfeuer, zwei Kupolöfen und etwa 30 Schmiedefeuer liefert.

Um zu verhindern, daß das Rohr beschädigt wird, wenn der Hohofen längere Zeit steht, läßt man die Beschickung niederschmelzen. Dadurch nimmt die zum Cylinder abziehende Gasmenge ab, und es

wird daher ein Kessel nach dem andern durch den Maschinenwärter abgestellt, bis, wenn der Boden des Cylinders frei wird, auch der letzte Kessel aus der Leitung ausgeschaltet ist. Eine Versäumniß dieser Vorsicht bewirkt zwar keine Explosion, allein der aus dem Kesselofen einziehende Luftstrom entzündet dann Ruß und Theer in den Röhren; werden die Klappen geschlossen, so verlöscht das Feuer alsbald wieder. Wird dann das Gebläse wieder angelassen, so werden auf den Hohofen einige Erz- und Kohlengichten aufgegeben, die Klappen geöffnet, und sehr bald wird wieder ein reichlicher Gaszufluß erhalten.

Bei einem solchen Verfahren hat sich keinerlei Hinderniß gegen zeitweiliges Stillstehen des Ofens herausgestellt.

Dieselbe Einrichtung ist in den letzten 3 Monaten bei den Hohöfen von Willenhall in Anwendung gekommen und hat die allerbefriedigendsten Resultate gegeben, jegliches Kohlenfeuer unter den Kesseln ist weggelassen worden.

Der Hohofen des Old-Park-Eisenwerks hatte früher an der Gichtöffnung 8 Fuß Durchmesser; um dieselbe durch das Einhängen des gußeisernen Cylinders von 4 $^1/_2$ Fuß Durchmesser nicht zu verringern, wurden etwa 9 Fuß vom Ofen abgetragen und vertikal wieder aufgebaut, so daß nun der Durchmesser der Gichtöffnung auf 10 Fuß kam. Dadurch wurde der Querschnitt der ringförmigen Oeffnung um das Gasrohr größer als der frühere Querschnitt der ganzen offenen Gicht. Es erhielten also die Gase die vollste Freiheit zu entweichen, selbst wenn alle Klappen an den Kesseln geschlossen sind; die Esse hat 130 Fuß Höhe und 6 $^1/_2$ Fuß inneren Durchmesser an der Spitze, ist also kräftig genug, um gewöhnlich die sämmtlichen Gichtgase abzusaugen, was man daran erkennen kann, daß häufig die Gicht vollkommen frei von Flammen ist. Dieß ist ein erheblicher Vortheil aller offenen Oefen; es findet in denselben kein Gegendruck statt; die Oeffnung um die Gasröhre wirkt stets als ein selbstthätiges Sicherheitsventil, welches den Druck innerhalb der Gasröhre nicht über die geringe Höhe steigen läßt, die dem Widerstand der 5 Fuß dicken Schicht von Schmelzmaterialien entspricht, durch welche alles nicht in die Röhre tretende Gas hinaufziehen muß. Nach früheren Versuchen von Bunsen und Playfair ist der Druck bei 5 Fuß Tiefe unter der Oberfläche der Schmelzmaterialien in den Hohöfen gleich demjenigen von $^1/_8$ Zoll Wassersäule, was sich auch bei direkten Messungen in der Gasröhre, wenn noch Gase rings um dieselbe frei austreten, bestätigt hat; entwich dagegen

fast kein Gas, so wurde ein Druck von kaum der Hälfte dieses Betrages in dem Gasrohr beobachtet. Sehr merkwürdig ist es, daß man jeden Hub der Gebläsemaschine an der Gicht des Hohofens beobachten konnte, indem jedesmal der Druck im Gasrohr stieg und daher ein brennender Strahl aus einer kleinen Oeffnung desselben regelmäßig zu- und abnahm. Demnach muß jedes Hinderniß gegen die freie Gasausströmung den regelmäßigen Gang des Ofens beeinträchtigen, indem es den Lufteintritt aus dem Gebläse stört.

Beim Vergleich der Resultate, welche der Hohofen des Old-Park-Eisenwerks mit der Absaugeeinrichtung und ohne dieselbe betrieben ergeben hat, stellte sich heraus, daß der freie Abzug der Gichtgase einen guten Einfluß auf den Gang des Ofens ausgeübt hat; denn obwohl die Quantität der verwendeten Materialien nicht abgeändert wurde, so ist doch die wöchentliche Eisenerzeugung gestiegen.

Es betrug nämlich bei ganz gleichen Verhältnissen der Beschickung das Ausbringen an Roheisen bei den Oefen Nr. 2 und Nr. 3 vor dem Absaugen der Gase in 3 Monaten je

1486 und 1519 Tonnen,

und in den folgenden 3 Monaten für den Ofen Nr. 3

1545 Tonnen,

während der Ofen Nr. 2 in der gleichen Zeit beim Absaugen der Gase

1652 Tonnen,

also sehr erheblich mehr lieferte.

Zum Theil erklärt sich dies aus der regelmäßigeren und reichlicheren Zufuhr an Gebläseluft seit Anwendung der Gichtgase, weil man den Dampfdruck in den Kesseln gleichförmiger auf der erforderlichen Höhe erhielt.

Die Ersparniß an Kohlen auf der Hütte von Brymbo durch Anwendung der Gichtgase zum Heizen der Dampfkessel für die Gebläsemaschine ergiebt sich aus folgenden Zahlen, wobei das Kohlenklein als gute Kohle gerechnet und ein Durchschnitt von zwei Jahren angenommen ist:

Kohlenverbrauch bei den Kesseln per Tonne producirten Roheisens vor Anwendung der Gichtgase	5,94 Ctr.
Derselbe bei Anwendung der Gichtgase	1,29 "
Ersparniß	4,65 Ctr.

Nimmt man nur 4 1/2 Ctr. an, so ergiebt das bei einem Preis von 3 Pence pro Tonne eine Kohlenersparniß von 1 Sh. 1 1/2 P.

für jede Tonne producirten Eisens oder bei einer jährlichen Produktion von 11285 Tonnen in 2 Oefen von 635 Pfd. Sterl. Hierzu kommt noch die Kostenersparniß durch theilweisen Wegfall des Heizerlohns, der Kesselreparaturen u. s. w.

Die Quantität Kohle, welche pro Tonne Roheisen in den Hohöfen consumirt wurde, hat sich bei der Benutzung der Gichtgase sehr unerheblich vermindert; die erforderliche Quantität Eisenerz stieg aber von 61,95 auf 68,44 Ctr. oder um 10 Proz. Das Erz war indessen magerer und es mußten deshalb zugleich etwa 12 Proz. mehr Kalkstein angewendet werden.

Was die Qualität des producirten Roheisens anbetrifft, so hat sich kein erheblicher Unterschied herausgestellt. Aus den vorliegenden Angaben erhellt, daß, wenn das Erz von gleicher Qualität vor und nach der Absaugung der Gichtgase gewesen wäre, das Eisen grauer hätte werden müssen, da die etwas geringere Menge Kohle in dem Ofen 10 Proz. mehr Eisenerz und 12 Proz. mehr Kalk verschmolzen hat.

Es ist auch auf den Eisenwerken von Old-Park, Willenhall und Barrow (bei Ulverston) seit dieser Abänderung etwas graueres Eisen erblasen worden.

Die Benutzung der Gichtgase bei offener Gicht, welche diesen Mittheilungen gemäß unter allen Umständen der Anwendung geschlossener Oefen vorzuziehen ist, kann bei allen bestehenden Hohöfen stattfinden, ohne daß eine Erhöhung derselben erforderlich wäre, wie für die geschlossene Gicht. Es wird sogar dadurch der Betrieb bemerklich verbessert, während zugleich kein Kohlenmehrverbrauch im Hohofen bedingt wird, wie dieß für geschlossene Gichten mehrfach sich herausgestellt hat. Dieser Mehrverbrauch betrug in Middlesborough bei geschlossener Gicht 5 bis 7 Prozent und wog in anderen Fällen die Kohlenersparniß bei den Kesseln gänzlich auf. Allerdings ist bei offener Gicht die Errichtung einer sehr hohen Esse für die Kesselheizung nöthig, während bei geschlossener Gicht die Gase ohne Saugapparat unter die Kessel gelangen; allein es ist kaum zu bezweifeln, daß bei geschlossener Gicht der Betrieb ebenfalls viel besser ausfallen würde, wenn man auch hierbei Essen zum Absaugen anwenden wollte, da der Versuch zu Bilston bewiesen hat, daß wenigstens für die Schmelzmaterialien in Staffordshire jeglicher Druck im Hohofen durchaus vermieden werden muß.

Die hohe Wichtigkeit dieser Sache erhellt aus folgenden Angaben: — Je nach dem Werthe des Kohlenkleins liefert das neue

System eine Ersparniß pro Hohofen von 500 bis 1000 Pfd. Sterl. jährlich; nimmt man 750 Pfd. Sterl. als Mittel an, so ergiebt dieß für 100 von den in South Staffordshire in Betrieb befindlichen 126 Hohöfen eine jährliche Ersparniß von 75,000 Pfd. Sterl.

Ueber Hohofengase, deren Menge, die Weite der Gasleitungen, die absolute Wärmemenge der Gichtengase, die Windmenge zu ihrer Verbrennung und die Vorsichtsmaßregeln gegen die Gefahr einer Explosion hat Herr v. Mayrhofer eine Reihe wichtiger Artikel, in der Fortsetzung seiner „Studien des Hohöfners", in der Oesterreichischen Zeitschrift, 1861, Nr. 11, 13, 15, 16, 17 und 18 geliefert, auf die wir jedoch nur verweisen können, ihr Studium aber angelegentlichst empfehlen müssen.

Zweites Kapitel.

Das Umschmelzen des Roheisens, die Förmerei und Gießerei.

Wir haben zuvörderst über das nachstehende wichtige Werk zu referiren:

De l'Emploi pratique et raisonné de la Fonte de Fer dans les Constructions. Recueil d'Expériences, d'Études et Observations pratiques, adressé aux Ingénieurs, aux Architectes, aux Constructeurs et à toutes les Personnes appelées à se servir de la Fonte, par A. Guettier, Ingénieur et Directeur de Fonderies etc. Paris, Lacroix. 1861. VIII und 550 S. Lex.-8., nebst Atlas mit 24 Kupfertafeln Querfolio. 30 Francs.

Ingenieur Guettier ist der Verfasser eines, auch in Deutschland durch eine Bearbeitung bekannten, sehr tüchtigen Werkes über Eisengießerei, welches mehrere Auflagen erlebt hat, und das vorliegende hilft einem großen Mangel ab, da die Anwendung des Gußeisens täglich im Steigen begriffen ist und wir wohl Werke über einzelne Benutzungen des Roheisens, aber kein allgemeineres darüber haben. — Das Werk zerfällt in 13 Kapitel, von denen das erste Untersuchungen über die Festigkeit des Roh- und Gußeisens enthält. Es ist dieser so wichtige Gegenstand hier sehr vollständig erörtert, obgleich nur vorzugsweise englische und schottische, so wie auch französische und belgische Roheisensorten, manche Vermischungen derselben, wie z. B. die bekannte Stirlingsche, untersucht worden sind. Es werden hier viele für den Eisengießer, Architekten

und Maschinenbauer wichtige Gegenstände speciell besprochen: vorzugsweise die Festigkeit sehr verschiedener, auch in Deutschland häufig benutzter Roheisenarten, sowohl unumgeschmolzener, als auch im Kupol- und Flammofen umgeschmolzener. Die englischen, schottischen, französischen Gießereieisensorten, die am häufigsten in den Handel kommen und am meisten benutzt werden, sind genau charakterisirt, unter einander verglichen und es werden die Resultate vieler Versuche mitgetheilt. — Das 2. Kapitel beschäftigt sich mit allgemeinen Daten über die Gußwaaren-Fabrikation: Anfertigung der Modelle; Schwindung; zu beachtende Verhältnisse und Regeln bei den Formmodellen. Verschiedene Arten der Förmerei; Einfluß des Verfahrens bei der Förmerei auf die Festigkeit und die Art der Gußstücke; Formverfahren zur Begünstigung der Festigkeit gewisser Gußstücke, wie Balken, Säulen, Räder; Vorsichtsmaßregeln beim Formen und Abgießen der Gußstücke, zur Erleichterung des Schwindens und zur Erhöhung der Festigkeit. Wahl des Formens je nach der Bestimmung der Gußstücke. Adjustirung und Zusammenfügung der Gußstücke. — Die wichtigsten Werkzeugsmaschinen zur Adjustirung der Gußstücke. — 3. Kap. Untersuchung und Uebernahme der Gußstücke. In diesem Kap. werden zuvörderst die Fehler der Eisengüsse sehr detaillirt auseinandergesetzt; es werden die Mittel zu ihrer Erkennung angegeben; die Mittel zur Vermeidung der Fehler werden nebst vielen andern nützlichen Rathschlägen und Erfahrungsresultaten nachgewiesen. — 4. Kap. Die Schutzmittel des Guß- und des Schmiedeeisens. Das Rosten des Gußeisens und die am leichtesten rostenden Roheisenarten; Erfahrungen darüber; specielle Angabe der Schutzmittel: Legirungen, Galvanisation, Verzinnen, Verzinken, Verbleien 2c.; Theeranstrich, Firnissen 2c. — 5. Kap. Studien über die Festigkeit gußeiserner Balken. — 6. Kap. Resumé der Versuche und Erfahrungen englischer Ingenieure über gußeiserne Balken. — 7. Kap. Studien über die Festigkeit und die Benutzung gußeiserner Säulen. — 8. Kap. Data über die Construction der gußeisernen Brücken. — 9. Kap. Von verschiedenen gußeisernen Constructionen. — 10. Kap. Ueber die Fabrikation und Benutzung gußeiserner Röhren. — 11. Kap. Ueber den Schalenguß, das sogenannte gehärtete Gußeisen. — 12. Kap. Das hohen Temperaturen ausgesetzte Gußeisen. — 13. Kap. Von einigen Apparaten zum Probiren des Guß- und Stabeisens. — In

einem Anhange werden die Arbeiten der Herren Cadiat und Oudry über die Benutzung des Blechs, Schmiede- und Gußeisens beim Brückenbau und außerdem verschiedene Bemerkungen, Formeln 2c. über das Gußeisen mitgetheilt. — Der sehr gut ausgeführte Atlas enthält die wichtigsten Werkzeugmaschinen zur Bearbeitung des Gußeisens, Apparate zum Probiren desselben, sehr viele Profile und Längenaufrisse gußeiserner Balken, Säulen, Brückenbogen, Geländer, Dachstühle, verschiedene andere Constructionen, Brunnenverzierungen, Treppen, Leitungsröhren 2c. — Aus dem Mitgetheilten werden unsere Leser die Wichtigkeit des Werkes erkennen, welches ein bis dahin noch brach liegendes Feld mit vielem Glück zum ersten Male sehr umsichtig bearbeitet enthält.

Irelands Kupolofen (Freiberger Zeitung, 1861, Nr. 32, aus dem Mining Journal, Nr. 1338): — Bei der großen Wichtigkeit, welche bei allen metallurgischen Prozessen in einer Brennmaterialersparung liegt, wird begreiflicherweise solchen Erfindungen immer große Aufmerksamkeit geschenkt, welche diese Ersparung zu bewirken versprechen. In letzterer Zeit ist auf einigen großen Gießereien der von Jonathan Ireland erfundene Patent-Kupolofen (beschrieben im 1. Bde., S. 240) eingeführt worden und scheint man damit überall die befriedigendsten Resultate erzielt zu haben. Es wird damit eine Brennmaterialersparung von 35 bis 45 Proz. bezweckt. Das Besondere in der Construction des neuen Ofens besteht darin, daß eine Anzahl kleiner Düsen in passender Höhe über den unteren, gewöhnlichen angebracht werden. Das Eisen, deshalb schon in einer höheren Region des Ofens zum Schmelzen gebracht, wird, indem es durch die weiter unten befindlichen Kokes fällt, hitziger und erhält eine größere Reinheit als bei dem gewöhnlichen Schmelzverfahren. Man kann sich, wenn von den Vortheilen des neuen Ofens die Rede ist, auf das Zeugniß der Herren Milburn und Söhne, auf der Britannia-Gießerei in Staleybridge, beziehen. Diese Herren erklären, daß die bezweckte Brennmaterialersparung 40 Proz. betrage und daß man bei viel kürzerer Schmelzzeit ein bedeutend hitzigeres Eisen erhalte. „Wir können anführen", fügen sie hinzu, „daß wir jetzt in einer Stunde und fünf Minuten — nach dem Anlassen des Gebläses — 5 Tonnen Eisen schmelzen, während wir dazu vor Annahme des Patents $1\frac{3}{4}$ Stunden brauchten. Wir haben unsern zweiten Kupolofen jetzt ebenso zugestellt und finden, daß er eben so gut arbeitet, als der unter Leitung Ireland's gebaute." — Es bleibt schließlich nur eine Frage zu beantworten und ein Umstand aufzuklären,

ob die große Hitze in der Region der oberen Düsen nicht durch die Verbrennung einer gewissen Quantität Eisen hervorgebracht wird. Wenn diese Frage zu Gunsten des Ofens beantwortet werden kann und man daher keinem größeren Eisenverlust ausgesetzt ist, als beim gewöhnlichen Kupolofen, so wird der allgemeinen Einführung der Erfindung sicherlich nichts im Wege stehen.

Bei dem Kupolofen von Georg Hinton in Birmingham (Mechanics Magazine und daraus im Polyt. Centralbl., 1861, Nr. 7) sind die gewöhnlichen Düsen durch zwei über einander liegende Düsenreihen ersetzt, die im Mittel, in derselben Höhe des Ofens eintreten, wie die gewöhnlichen Düsen. Jede Düsenreihe besteht aus acht von einander getrennten Düsen, welche in einen gemeinschaftlichen, den Ofen ringförmig umgebenden Kanal einmünden und durch diesen mit der Windleitung in Verbindung stehen. Jeder der beiden Kanäle hat ein besonderes Zweigrohr der Windleitung und kann für sich abgestellt werden.

Fig. 9 der betreffenden Abbildungen auf Taf. III zeigt den Vertikaldurchschnitt und Fig. 10 den Horizontaldurchschnitt eines solchen Kupolofens. Die Windleitung a liefert den Wind durch den ringförmigen Kanal h in die untere Düsenreihe d, und die Windleitung b durch den ringförmigen Kanal i in die obere Düsenreihe c. Durch die Schieber k und l, die auch durch Klappen ersetzt werden können, kann man die Windmengen in beiden Leitungen unabhängig von einander reguliren oder auch den Windgang abstellen. Die obere Düsenreihe c ist schwach nach oben und die untere d schwach nach unten geneigt. Bei großen Kupolöfen oder bei solchen, in denen die Temperatur sehr hoch gesteigert werden soll, wendet der Verf. noch mehr, als zwei Düsenreihen an. Die ringförmigen Kanäle werden entbehrlich, wenn man nach jeder einzelnen Düse eine Leitung abzweigt. Die vermehrte Zahl der Düsen hat den Zweck, das Einschmelzen des Gußeisens zu beschleunigen und somit an Brennmaterial zu sparen. Es soll aber dadurch zugleich die Qualität des Eisens verbessert werden.

Ueber den Düsen erweitert sich der Ofen bis zum doppelten Durchmesser dessen, den er bei der Einmündung der Düsen hat. Der Erfinder empfiehlt, dieser Erweiterung eine kugelähnliche Gestalt zu geben und bis zum halben Durchmesser oben wieder zusammenzuziehen: von da an soll sich der Ofen bis zur Gichtöffnung cylindrisch fortsetzen; über dieser soll eine zweite Erweiterung, die einen noch etwas größeren Durchmesser als die untere hat, angebracht und

darauf der Schornstein in konischer Gestalt aufgesetzt werden. Durch Anwendung dieser Form soll ein Gewinn an Brennmaterial erzielt werden.

Ueber die Zugutemachung von gußeisernen Bohr- und Drehspänen durch Verschmelzung im Kupolofen auf dem Oesterreichischen Staatswerke zu Mariazell bemerkt der dortige Kais. Unterverweser Ruttner (Oesterr. Zeitschrift, 1826, Nr. 25 und 26; auch 36) Nachstehendes:

Das größte Hinderniß, welches bisher der vortheilhaften Zugutebringung der gußeisernen Bohr- und Drehspäne bei der Verschmelzung im Hoch- oder Kupolofen, im Flamm- oder Frischherde im Wege stand, liegt offenbar in dem fein vertheilten metallischen Zustande dieses Materials.

Bei der bisher öfters versuchten Zugabe von frischen Bohr- und Drehspänen zur Erzbeschickung im Hohofen oder zu dem Brucheisen im Kupolofen hat man die Erfahrung gemacht, daß der feine Eisenstaub bei der Gicht ausgeblasen wurde, die gröberen Theile aber zwischen den Erz- oder Brucheisengichten durchrollten, ungeschmolzen in den Eisenkasten gelangten, zum Weißwerden des Roheisens, zu Frischeisenansätzen und förmlichen Versetzungen, zur vorzeitigen Unterbrechung der Schmelz-Campagne, sowie zu Porositäten beim Gusse Veranlassung gaben.

Bei den Frischprozessen ist die Anwendung dieses Materials im fein vertheilten metallischen Zustande, der vielen Berührungspunkte wegen, die der Einwirkung des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft geboten sind, schon gar nicht oder doch nicht ohne großen Metallverlust ausführbar und kaum irgendwo mit Erfolg in Anwendung.

Um dieses sonst so vorzügliche Material (welches in Mariazell von 1 bis 2mal raffinirtem Geschützroheisen abfällt) mit Vortheil zu verwerthen, bleibt daher nichts übrig, als selbes

a. entweder im Wege der allmäligen Oxydation im Freien selbst festwerden zu lassen, um es sodann in gröbere feste Brocken zerschlagen, in kleinen Partien den Erzgichten über dem Hohofen zuzusetzen, wo es dann als ein Gemenge von verschiedenen Oxydationsstufen des Eisens mindestens die Stelle eines sehr guten reinen Erzes vertritt, oder

b. selbes im frischen Zustande auf künstliche Weise zu binden und zu formatisiren, um es sodann in Form von festen Drehspänziegeln im Kupolofen umzuschmelzen.

Beide Methoden sind nun im Gußwerk nächst Mariazell mit Vortheil in Anwendung, indem

ad a) die alten, seit vielen Jahren im Freien lagernden zusammengerosteten Drehspänhaufen aufgehauen und in kleinen Brocken den Erzgichten am Hohofen zugetheilt und so nach und nach aufgeschmolzen werden;

ad b) die täglich abfallenden frischen Bohr- und Drehspäne aber sogleich in kleine parallelepipedische Stücke von ca. 30 Cubik-Zoll Inhalt künstlich geformt und nach erfolgter Erhärtung durch oberflächliche Oxydation an der atmosphärischen Luft im Kupolofen für sich auf Gußwaare oder Flossen umgeschmolzen werden. Die Aufbereitung der frischen Bohr- und Drehspäne und die Manipulation des Formens zu Ziegeln geht höchst einfach vor sich.

Jeder Dreher, Bohrer und Hobler bekommt ein gußeisernes Formkästchen von der in den Fig. 11 bis 13, Taf. III, dargestellten Gestalt, sammelt täglich seine abfallenden Späne, giebt dieselben in ein Gefäß, in welchem sich Wasser befindet, worin etwas Kochsalz aufgelöst ist, rührt die Masse gut um, giebt sie mit der Hand in die gußeisernen Formen, welche mit den engern Oeffnungen nach oben gekehrt stehen, stößt sie in diese mit einem hölzernen oder eisernen Form etwas ein, und hebt das Formkästchen ab, wornach die so geformten Drehspanziegel stehen bleiben.

Das Formen geht auf einem Brete vor sich, das etwas geneigt liegt, damit das Wasser ablaufen kann. Ist das Bret mit Ziegeln voll, so wird es zum Trocknen ins Freie getragen.

Man glaubte anfangs die Bindung der Späne zu befördern und den Erhärtungsprozeß zu beschleunigen, wenn man das bei der Schmelzung anzuwendende Flußmittel zugleich als Bindemittel benutzen wollte, die frischen Bohr- und Drehspäne in ein mit Kalkmilch und Thonwasser gefülltes Gefäß gab, durchrührte, die Masse dann ins Formkästchen drückte und die so geformten Ziegel der Erhärtung durch Einwirkung der atmosphärischen Luft im Freien überließ.

Der Hütteningenieur R. Reck schlägt zur Verwerthung der Drehspäne vor, das heiße Wasser mit etwas Salzsäure (auf 4 Ctr. Späne etwa 1 Loth) zu vermischen. Er bemerkt, daß dies in sehr vielen Gießereien in Oesterreich, Preußen, Süddeutschland und Rußland gelungen sei. In der Maschinenfabrik von Reichenbach zu Augsburg wurde Herrn Ruttner aber nachgewiesen, daß der Zusatz von solchen Drehspänziegeln im Kupolofen nur höchstens bis zu

30 Proz. zulässig war, das Roheisen weiß wurde und zum Gusse nicht geeignet war, sowie daß der Abgang 23,6 Proz. betrug. Es zeigte sich jedoch bald, daß eben dadurch der Erhärtungsprozeß, statt befördert, vielmehr bedeutend verzögert wurde, indem durch den Kalk und Lehm die Poren verstopft und so die Einwirkung der atmosphärischen Luft verhindert wurde.

Die auf diese Weise geformten Drehspänziegel bleiben selbst nach 8- bis 14tägigem Liegen im Freien noch immer weich und waren nicht zu handhaben, während jene Ziegel, welche blos mit Wasser, in welches etwas Kochsalz oder Essig gegeben wurde, jedoch nur so viel, daß die Lösung kaum merklich sauer reagirt, nach der oben beschriebenen Methode in einem Gefäße abgerührt und geformt wurden, beim Liegen in der atmosphärischen Luft im Freien so rasch verhärteten, daß sie schon nach 2 bis 3 Tagen zu handhaben und zu verwenden waren. Auf diese Methode wurde Ruttner auf der bayerischen Eisenhütte zu Achthal aufmerksam gemacht, und hat den Versuch nach der Rückkehr von seiner Reise im Sommer 1860 sogleich im Gußwerk angestellt.

Steht warmes Wasser zu Gebote, so geht die Auflösung des Salzes viel schneller und vollkommener und der Erhärtungsprozeß viel rascher vor sich. Die Kälte dagegen verzögert die Oxydation bedeutend. Eben so hat der Umstand, ob die Späne fein oder grob sind, einen bedeutenden Einfluß auf das schnellere oder langsamere Erhärten. In längstens 8 Tagen sind jedoch ohne Unterschied alle Drehspänziegel fest und zum Verschmelzen geeignet.

Das Ziegelformen, wie es hier eingeführt ist, giebt dem Arbeiter einen Nebenverdienst. Für 1 Kästchen = 4 Ziegelstücke (à 30 Cubikzoll = $2\frac{1}{2}$ bis $2\frac{3}{4}$ Pfund) erhält er 2 Kr. österr. Währ., wovon er das Salz selbst bestreitet. Die Erzeugung per Tag ist sehr verschieden und richtet sich nach dem Quantum der abfallenden Späne. Der Arbeiter verrichtet dieses Formen neben seiner gewöhnlichen Dreharbeit.

Eine große Partie unter Dach angesammelter frischer Bohr- und Drehspäne von mehreren 100 Centnern gab Veranlassung, selbe durch eigene Arbeiter aufmodeln zu lassen, wodurch man die Leistung beurtheilen konnte. Es arbeiteten zwei Mann zusammen und erzeugten im Durchschnitt täglich 230 Kästchen à 4 Stück, also 920 Stück Drehspänziegel. Das Geding per Kästchen (à 4 Stück) betrug dabei nur 1 Kr. österr. Währung.

Die Verschmelzung der Drehspänziegel geschieht in dem gewöhn-

lichen Kupolofen bei unveränderter Zustellung. Bodenstein, Gestell und Schacht bestehen aus feinkörnigem grauen Sandstein aus dem eigenthümlichen Ofensteinbruche (ein Kohlensandstein mit feinen Quarzkörnern und thonigem Bindemittel). Die Füllung zwischen Kernschacht und Cylinder besteht aus eingestampfter Masse von demselben grob gemahlenen Sandstein. Der Gichtencylinder ist mit gewöhnlichen Mauerziegeln eingemauert und steht auf dem Kernschacht auf. Geblasen wird mit zwei Formen mit kaltem Winde, 18 Linien Düsenöffnung und 18 bis 20 Linien Quecksilberpressung.

Die Satzführung besteht bei Beginn der Campagne (nachdem der Ofen bis zur Gicht mit Kohle gefüllt ist) per Gicht

aus Drehspänziegeln.	60 Pfd.
„ Wascheisen= oder Brucheisenklein	10 „
„ Holzkohle $1/2$ Vrdb. Faß = ...	3,896 Fuß.

Als Zuschlag wird bei jeder Gicht eine Schaufel (circa 10 Pfd.) Schlackensand (durch Pochen der Hohofenschlacke gewonnen) und bei jeder dritten eine Schaufel (circa 9 Pfd.) roher Kalkstein aufgegeben. Wenn kein Schlackensand zu Gebote steht, dürfte denselben Dienst ein vermehrter Kalkzuschlag, jedoch im gebrannten Zustande, verrichten. Bei gleichbleibender übriger Beschickung wird mit dem Satze der Drehspänziegel nach und nach auf 120 bis 150 Pfd. gestiegen. Die Beigabe von 10 Pfd. Wascheisen bleibt unverändert, ist jedoch keine nothwendige Bedingung, da der Schmelzprozeß ohne dieselben eben so gut vor sich geht.

Die Drehspänziegel zerfallen, während sie nach und nach ins Gestell vorrücken, nicht, sondern kommen in fast unveränderter Gestalt vor die Formen, vor welchen sie dann rasch einschmelzen. In einer Stunde gehen 6 bis 7 Gichten nieder. Die Campagne kann beliebig lang fortgesetzt werden.

Die Ausfälle ergaben sich mit einem Calo von 17 bis 18 Proz., also mit einem Ausbringen von 82 bis 83 Proz. per Ctr. Drehspänziegel und einem Kohlenverbrande von 4 Cubikschuh per Ctr. Erzeugung. Bei einer ohne Störung durch 10 Tage ununterbrochen fortgesetzten Campagne ergab sich der Calo sogar nur mit 13 Proz., also das Ausbringen mit 87 Proz.

Die Qualität des erblasenen Roheisens kann nach der Satzführung beliebig, grau zum Guſſe oder weiß für Floſſen, erhalten werden. Das Eisen ist selbst im letzteren Falle stets sehr hitzig, dünnflüssig und von ausgezeichneter Reinheit und Güte.

Die mit Drehspänflossen abgeführten Frischversuche ergaben ein

ganz ausgezeichnetes Stabeisen. Die Schlacke ist stets sehr dünnflüssig, leicht und vom Aussehen der Hohofengarschlacke, die sich beim Begießen mit Wasser zu einer weißen bimssteinartigen Masse aufbläht.

Auf die beschriebene Weise wurden in 5 Monaten circa 4000 Ctr. Roheisen aus Drehspänziegeln erblasen.

Welche Wichtigkeit diese Einführung insbesondere für das Gußwerk Mariazell hat, kann ermessen werden, wenn man bedenkt, daß von einem einzigen Geschütz größeren Kalibers 10 bis 15 Ctr. Bohr- und Drehspäne abfallen, und daß der gesammte Abfall an Bohr- und Drehspänen in einem Jahre die Ziffer von 2000 bis 3000 Ctr. und darüber erreicht, daß diese Späne, bis jetzt als Appreturs-Calo behandelt, außer aller Berechnung und Verwerthung gesetzt, größtentheils bei Seite gestürzt, höchstens zu Trottoirpflasterungen, zu Kitt bei Wasser- und Apparatröhren oder Kanalmauerungen ꝛc. verwendet, und zu dem bestandenen Verkaufspreise von 80 Kr. per Centner nur selten und nur in kleinen Parthien in Verkauf gebracht worden sind; in Folge dessen beim Kanonenbohrwerke im Laufe der Zeit sich Halden von vielen Tausend Centnern angehäuft haben.

Versuchsweise wurden mit derselben Beschickung auch Schmelzungen mit frischen, losen, dann mit verrosteten Bohrspänen im Kupolofen angestellt, wobei sich jedoch alsbald Frischeisenansätze bei den Formen und an der Gicht bildeten, was der längeren Fortsetzung der Campagne hinderlich war, sehr viel Bohrspäne bei der Gicht ausgeblasen wurden, das Eisen vorwaltend weiß und matt, zum Gusse nicht geeignet war, und der Calo sich auf 28 Proz. steigerte.

Jene Bohrspäne, bei denen durch vieljähriges Liegen im Freien die Orydation so zu sagen schon ins Mark gedrungen ist, die also blos mehr aus einem Gemenge verschiedener Orydationsstufen, wie Eisenorydhydrat, Eisenorydorydul und Eisensuborud ꝛc., bestehen, eignen sich nicht mehr gut zur Verschmelzung im Kupolofen, da es in diesem an reducirenden Gasen mangelt. Es fällt eine sehr zähe, eisenreiche schwarze Schlacke, nur wenig oder gar kein Eisen ab, und der Schmelzgang wird alsbald durch Versetzungen unterbrochen. Diese Drehspäne eignen sich aber, wie schon Eingangs bemerkt, ganz gut zur Beigabe über dem Hohofen.

Drehtisch für Gußformen. (Polytechn. Centralbl. 1861, Nr. 12.) — W. Barrett in Norton wendet zum Abgießen einer größeren Anzahl gleicher Gegenstände einen um eine vertikale Are beweglichen, horizontalen Drehtisch an, auf welchen er die Gußformen neben einander stellt. Zur Seite des Drehtischs befindet sich

die in einem festen Gestelle aufgehängte Gießkelle. Durch Drehung der vertikalen Axe werden nach und nach alle Gußformen unter die Kelle gebracht. Die gefüllten Formen werden auf einer Eisenbahn nach und nach in dem Maße, als die folgenden abgegossen werden, von dem Drehtisch abgeschoben und zugleich von einer zweiten Eisenbahn aus in gleichem Maße durch neue ersetzt.

Ueber Hartwalzenguß aus den mit heißer Luft gespeis'ten Hohöfen bemerkt Hr. Georg Tunner, früher Director der Freiherrlich von Zoys'schen Gewerkschaften, in der Oesterr. Zeitschrift, 1861, Nr. 36, Folgendes: — Das Gießen der Hartwalzen aus Kupol- und Flammöfen ist weniger zuverlässig, als das aus Hohöfen. Hr. Tunner ließ zu Gmünd in Oberkärnthen aus grauem Roheisen, welches aus braunen Spatherzen mit eingesprengtem Magneteisenstein, so wie aus okerigem Thoneisenstein erblasen worden war, Hartwalzen in Coquillen von 4 Zoll Eisenstärke gießen; die Walzen waren vom Rand hinein 12 bis 16 Linien vollkommen weiß. — Als man dieselbe Beschickung mit heißer Gebläseluft verschmolz, mißriethen die Hartwalzen indem sie nicht hart genug wurden; es wurden 15% Kalk und 12% Frischschlacken zugeschlagen, worauf wieder treffliche Walzen dargestellt wurden. — Dieselben Erfahrungen, dicke Coquillen und Frischschlackenzuschlag wurden auch zu Wochein in Krain mit vollkommen gutem Erfolg angewendet. — Der Einguß muß unten, unter der Coquille befindlich sein und das Eisen muß wirbelnd emporsteigen; zwei einander gegenüber liegende Eingüsse sind noch besser. — Wenn das aus dem Ofen fließende Eisen mit einer lichten Flamme brennt und, in die eisernen Flossenschalen geleitet, nach dem Erkalten im Querbruch unten spiegelweiß und oben grau ausfällt, dann ist es für den Hartwalzenguß gut.

Herr Tunner meint, daß der Hartwalzenguß aus dem Kupolofen gut gelingen könnte, wenn man ein, näher zu bestimmendes Gemisch, vielleicht zur Hälfte aus grauem und zur Hälfte aus Spiegeleisen bestehend, einschmilzt.

Ueber Formen und Gießen von Stabeisen- und Blechwalzen macht Sectionsrath und Director Tunner zu Leoben in dem Oesterr. Jahrbuche, Bd. X, S. 487, sehr wichtige Bemerkungen: — Der Verfasser lernte im Jahre 1860 auf der Eisenhütte Reschitza im Banate eine auf belgischen und französischen Hütten seit längerer Zeit in Anwendung stehende Methode der Formherstellung kennen, welche so viele Vortheile bietet, daß er in dem Nach-

stehenden eine Beschreibung davon geben wird, welche die Hüttenleute auch ohne Abbildung verstehen werden.

Die in Rede stehende Förmerei arbeitet mit einem zweitheiligen, gußeisernen Formkasten, dessen Wände, so wie dieses bei den Kästen für die Formen aus Masse der Fall ist, mit vielen Löchern versehen und im Innern rauh sind. Die Theilung des Kastens ist parallel der Achse, daher er aus zwei gleichen Hälften von halbcylindrischer Gestalt besteht. Die Theilungsflächen sind mit Flantschen versehen und werden daselbst beide Theile, nach erfolgter Zusammensetzung, mit Schrauben fest verbunden. Der Formkasten muß eine solche Größe haben, daß er die herzustellende Walze, sammt dem Aufguß (verlornen Kopf), aufzunehmen vermag. Hierbei hat jedoch eine überflüssige Größe des Formkastens in seiner Länge, wie in seinem Durchmesser wenig zu bedeuten, weshalb in einem und demselben Formkasten sehr verschieden große Walzen eingeformt werden können, und mit etlichen solchen Kästen, von bedeutend differirenden Dimensionen reicht man ganz gut für alle möglichen Walzengrößen aus. Die Kosten für diese Formkästen können demnach kein Anstand gegen die Anwendung der Methode sein, wenn anders eine Gießerei vorhanden ist, wo in einem Jahre mehrere Walzen gemacht werden.

Die beiden halbkreisförmigen Enden der zwei Kastentheile sind mit ebenso gestalteten Platten geschlossen, wovon die eine (beim Gießen der Walzen zu unterst liegende) mit dem Kastentheil aus einem Stücke bestehen kann, die andere aber jedenfalls und zum Festhalten mit Schrauben eingerichtet sein muß, weil seiner Zeit von dieser Seite aus der Einguß in die senkrecht gestellte Form zu geschehen hat. Diese bewegliche Platte kann allenfalls durch eine bloße Querstange ersetzt sein, deren oberer Rand mit dem der Schnittfläche des Kastens übereinstimmt. In Mitte der geraden Kante ist jede dieser Platten mit einem halbkreisförmigen Einschnitte versehen, welche als Lager für eine einzulegende eiserne Drehungsaxe dienen. Denkt man sich beide Kastentheile aufgepaßt, so ergänzen sich diese Einschnitte zu kreisförmigen Lagern, und die eingelege Drehungsaxe stellt die Axe der darzustellenden Walzenform vor. Auf die richtige Situation dieser Lager und ihr genaues Aufeinanderpassen, wenn die beiden fertigen Formhälften für den Guß zusammengesetzt werden, muß die geziemende Aufmerksamkeit verwendet werden, damit der Walzenkörper möglichst genau cylindrisch ausfällt. Erhaltener Versicherung zu Folge, sollen bei einiger Aufmerksamkeit selten über 1—2 Linien betragende Differenzen vorkommen, welche natürlich in der Folge beim

Abdrehen der Walzen zum Vorschein kommen. Dennoch ist die Genauigkeit, welche in dieser Beziehung mit den Kästen erreicht wird, wie auch ganz gut einzusehen, bedeutend größer, als dies bei der sonst hierzu benutzten Lehmförmerei der Fall ist.

Die größere Genauigkeit in der fertigen Form, ist ein großer Vortheil der vorliegenden Förmerei, nicht allein, weil dadurch direkt die Kosten und Arbeit des Abdrehens vermindert werden, sondern vornehmlich, weil es hierdurch möglich wird, die Stabeisenwalzen mit Kalibern zu gießen, u. z. bis zu ziemlich kleinen Kalibern herab, während man sonst, bei den gewöhnlichen Lehmformen nur allenfalls etliche der allergrößten Kaliber gleich mit eingeformt hat. Durch diesen Vorgang wird nicht blos die Menge des abzudrehenden Eisens sehr bedeutend vermindert, sondern zugleich in den Flächen der Kaliber ein härteres, dichteres Eisen erzielt.

Das Erste nun, so zu geschehen hat, um eine bestimmte Walze nach dieser Methode anzufertigen, ist die Herstellung der Schablone in natürlicher Größe, u. z. hat die Schablone außer dem Walzenbunde, mit den Kalibern und den beiderseitigen Zapfen auch den verlornen Kopf zu enthalten. Bei größeren Walzen werden diese Schablonen immer aus Brettern, bei kleineren allenfalls aus passendem Eisenblech hergestellt. Die beiden Formkasten werden in ganz gleicher Art, jeder für sich vorgenommen, ungefähr in horizontale Lage gebracht, die Drehare eingelegt und allenfalls mit einem aufgesetzten Lagerbiegel fest gehalten. An der Drehungsare wird die Schablone an mehreren Stellen mit passenden Zulagen und Klemmschrauben, vorerst in einem solchen Abstande befestigt, daß der Halbmesser beiläufig 1 Zoll größer ausfällt, als dem rohen Walzenkörper entspricht. Ist der Formkasten viel länger, als die Walzen sammt Aufguß, so bleibt die übrige Länge desselben auf der einen Seite der Schablone und wird mit Formsand ausgefüllt. Derjenige Theil der Schablone, welcher dem verlornen Kopf entspricht, muß jedenfalls nahe an die bewegliche (halbkreisförmige) Lagerplatte zu liegen kommen.

Entweder vor oder nach dem Einlegen der Drehungsare mit der Schablone, wird der Formkasten mit einer mehrere Zoll dicken festgestampften Lage von nicht zu fettem Formsande versehen, und in dieser Sandmasse wird sofort, durch Umdrehen der Are mit angesteckten Kurbeln, die der Schablone entsprechende Gestalt ausgedreht. Zum leichteren Entweichen der Dämpfe und Gase werden in dieser Sandlage mit der Sandnadel mehrere Luftlöcher bis an die durchlochte Kastenwand gestochen. Hiernach wird Lehmbrei auf die Sand-

form aufgetragen, und nachdem die Schablone auf den nahezu richtigen Halbmesser von der Drehungsaxe gestellt wurde, wird durch abermaliges Umdrehen nunmehr aus der Lehmmasse (ähnlich wie bei der Lehmförmerei) die nahezu wahre Gestalt des Gußkörpers herausgedreht, sodann getrocknet. Damit der Sand und später der Lehm, bei dem Ausdrehen mit der Schablone am Rande nicht ausreißen kann, wird daselbst eine entsprechende Gegen-Schablone angelegt. Nach erfolgter Trocknung wird eine feinere Lehmmasse aufgetragen, und mit der vollkommen richtig gestellten Schablone die genaue Form des rohen Gusses ausgedreht, sofort getrocknet geschlichtet und geschwärzt.

Die in solcher Art und Weise vollendeten zwei Formhälften werden nun zusammengepaßt und verschraubt. So viel als thunlich, wird die zusammengesetzte Form von der offenen (oder Einguß-) Seite aus, an der Theilungsstelle nachgeputzt; überdies pflegt man die Fugen der Formkasten von außen, besonders zu unterst, mit Lehm zu verschmieren. Für den Guß selbst wird die Form in eine Dammgrube versenkt und lothrecht gestellt, aber selbstverständlich nicht eingedämmt. Zu oberst wird unmittelbar auf den Formrand der Gußkasten oder Kessel aufgesetzt und sofort in der bekannten Art der Guß durchgeführt.

Wie aus dem beschriebenen Vorgange erhellet, fordert die Anfertigung einer solchen Gußform, im Vergleich mit der gewöhnlichen Lehmförmerei, viel weniger Zeit und Arbeit. Außer der zuvor erwähnten größeren Genauigkeit in dem Gußstücke wird überdies eine größere Billigkeit erzielt.

In ähnlicher Art werden zu Reschitza auch Röhren gegossen. Die Form für das Aeußere der darzustellenden Röhre wird ganz so angefertigt, wie so eben bei den Walzen beschrieben wurde. Der einzulegende Kern wird ingleichen nicht wie gewöhnlich bei der Lehmförmerei über eine mit Strohseilen umwundene Kernspindel, sondern über einer am Umfange rauhen und vielfach durchlöcherten, gußeisernen Röhre, u. z. meist nur aus entsprechend bündigem Sande, selten aus Lehm hergestellt. An beiden Enden ist die Kernröhre mit Querspangen versehen, welche Zapfen tragen, um die das Drehen der Spindel bei ihrer Anfertigung bewerkstelligt wird.

Für die Erzeugung der Blechwalzen, hat man im k. k. Gußwerke bei Mariazell, seit einigen Jahren ebenfalls eine besondere Methode in Anwendung. Es werden nämlich die aus schwach halbirtem bis grauem Roheisen erzeugten Walzen nicht in Lehm- oder

Sandformen, sondern wie die Hartwalzen in gußeisernen Schalen gegossen. Man erzielt dadurch, weil das Eisen zu grau ist, nicht eigentliche Hartwalzen, sondern ertheilt durch das raschere Abkühlen dem Walzenbunde nur eine Kruste von hellgrauem, feinkörnigem Eisen, welches aber gleichwohl den Walzen im Gebrauche eine glattere Oberfläche und längere Dauer ertheilt, als die gewöhnlichen, weichen Walzen haben. Es sind diese Walzen sonach als ein Mittelglied zwischen den eigentlichen Hartwalzen und den gewöhnlichen, weichen Walzen zu betrachten.

Tunner will nicht behaupten, daß diese Methode, welche durch die Gußschalen (Coquillen) ziemlich kostspielig wird, allenthalben zu empfehlen sei, allein bei den Verhältnissen, wie sie am Mariazeller Gußwerke vorhanden sind, scheint dieselbe gleichwohl am Platze zu sein. Die Besorgniß, daß hierbei das Abdrehen der Walzen sehr erschwert sei, weil an der Oberfläche doch eine dünne Kruste von hartem, weißem Eisen gebildet werde, welche abgedreht werden muß, fand er in der That nur in geringem Grade bestätigt, und zugleich dadurch wieder aufgewogen, daß der Guß genauer, als bei der sonst gebräuchlichen Lehmförmerei ausfällt, und deshalb weniger abzudrehen kommt.

Das Schweißen von Gußeisen (Polytechn. Centralbl., 1861, Nr. 17): — Der Oberingenieur Meugy berichtet in den Annales des mines über ein von einem belgischen Arbeiter ersonnenes, sehr sinnreiches Verfahren, Gußeisen zu schweißen, welches er in der Hütte zu Tamaris bei Alais gesehen hat. Dieses Verfahren gestattet die Reparatur einer zerbrochenen Walze oder Welle und ist insofern von großer Wichtigkeit.

Das zerbrochene Stück wird vermittelst eines Kokesfeuers stark erhitzt und an der Bruchstelle mit einer Gußform umgeben, in welche man sehr heißes, flüssiges Roheisen einfließen läßt; gleichzeitig läßt man aber das Eisen durch eine Seitenöffnung der Form wieder ausfließen, und zwar so lange, bis die obere Schicht an der Bruchfläche flüssig zu werden anfängt. Dann verschließt man die Austrittsöffnung mit einem Lehmpfropf, und bald füllt sich die Form, die man hinreichend groß gemacht hat, um das angeschweißte Stück abdrehen zu können, mit dem Eisen.

Meugy hat selbst der Anwendung des Verfahrens bei einer zerbrochenen Walze, welcher eine Cannelirung und ein Zapfen fehlten, beigewohnt. Auf einem viereckigen Rost, welcher das Ende der vertikal eingegrabenen Walze umgab und etwa 100 Kilogr. Kokes

faßte, wurde ungefähr eine Stunde lang ein lebhaftes Feuer unterhalten. Dann wurde das Feuer rasch entfernt und der bis zum Rothglühen erhitzte Walzenkopf mit einem Kasten umgeben, in welchen man möglichst rasch Formsand eindämmte. Nachdem der Kasten gefüllt, der Sand mit einem Streicheisen geglättet und die Bruchfläche vermittelst eines Blasebalgs vollständig gereinigt worden war, wurde nun eine Gußform aufgesetzt, die zunächst zum Angießen des fehlenden Walzenstücks diente und im Innern die Gestalt eines abgestumpften Kegels hatte. Die Grundflächen dieses Kegels waren natürlich etwas größer, als der Walzendurchmesser. Die Gußform hatte eine Abflußöffnung, die mit Rinnen in Verbindung stand; durch diese Rinnen wurde das erste eingegossene Eisen, welches nur den Zweck hatte, das Eisen an der Bruchfläche zu erweichen, abgelassen und in Ganzformen geleitet. Die Gießkelle, welche 500 bis 600 Kilogr. Eisen faßte, wurde mittelst eines Krahnes über die Form gebracht. Während des Eingießens des Eisens untersuchte ein Beamter beständig das zu schweißende Arbeitsstück mit einer eisernen Stange, und sobald er an einer Marke, welche am oberen Ende der Stange angebracht war, erkannte, daß das Eisen an der Bruchfläche bis auf 3 Centim. Tiefe in Schmelzung sich befand, so ließ er sofort die Abflußöffnung der Gußform verstopfen und nur noch so viel Eisen eingießen, als zur Füllung der Form nöthig war. Das Eingießen des wieder ablaufenden Eisens dauerte 4 bis 5 Minuten, die Quantität des Eisens betrug 300 bis 400 Kilogr. Nun ging man zum Angießen des Zapfens über. Zu diesem Zwecke wurde eine neue Form mit cylindrischer Höhlung aufgesetzt und das beschriebene Verfahren in gleicher Weise wiederholt. Der Formkasten der zweiten Form wurde durch Stifte auf dem der ersten befestigt, und die Zwischenräume mit Lehm verdichtet. Endlich wurde noch eine cylindrische Form aufgesetzt, welche zur Bildung des Angusses diente; dieser hat zwar von vornherein die Bestimmung, später wieder entfernt zu werden, allein er wirkt durch sein Gewicht sehr vortheilhaft auf die Verbindung des frischen Eisens mit dem alten. Die ganze Operation erforderte, mit Ausschluß des Anfeuerns 1/4 Stunde Zeit und 10 Mann Bedienung; die dadurch erlangte Ersparung ist sehr bedeutend.

Drittes Kapitel.

Die Stabeisenfabrikation.

Es ist nöthig, unsere Leser zuvörderst auf das nachstehende wichtige Werk aufmerksam zu machen:

Traité pratique de la Fabrication du Fer et de l'Acier puddlé, comprenant les applications de ces matières à la confection des différents échantillons livrables au commerce, par Lucien Ansiaux, Ingénieur civil, et Lambert Masion, chef de fabrication à Seraing. Liége, Gouchon, 1861. XII und 282 Seiten. gr. 8. Nebst Atlas mit 30 Octavtafeln und 8 Seiten Erklärung.

Praktisches Handbuch über die Fabrikation des Puddeleisens und Puddelstahls, so wie über ihre Verarbeitung zu den verschiedenen Sorten der in dem Handel vorkommenden Stäbe, Bleche, Drahtsorten rc., ferner zu Eisenbahnschienen, Spurkranzeisen, Balkeneisen und sonstigen im Bauwesen verwendeten Eisensorten, endlich zu profilirtem und façonirtem Eisen u. s. w. Von den belgischen Hütteningenieuren Ansiaux und Masion, deutsch bearbeitet von dem Verfasser dieses Werks. Mit 4 lithographirten Tafeln. Leipzig, im Verlage des Verlegers von dem vorliegenden Werke, 1861. XXI und 253 S. gr. 8. 2⅔ Thlr.

Die Verfasser haben bei der Herausgabe des vorliegenden Werkes den Zweck im Auge gehabt, eine Lücke in den bis jetzt erschienenen eisenhüttenmännischen Werken auszufüllen. Dieselbe besteht in der unvollständigen und ungenauen Beschreibung der Hüttenprozesse, besonders in einem Mangel an relativen Daten über die Fabrikation der verschiedenen Eisensorten. Es beschäftigen sich die frühern Werke weit mehr mit der Beschreibung der Apparate und mit theoretischen Sätzen, als mit Prozessen, von denen sie nur eine allgemeine Uebersicht geben, ohne näher und mit Hülfe von Beispielen darin einzugehen. Der Fabrikant, der Vorstand einzelner Betriebszweige, der Werkmeister und der strebsame Arbeiter finden in diesen, zum Theil sehr ausgezeichneten Werken weder die Anwendung der entwickelten Regeln, noch die der verschiedenen beschriebenen Prozesse und suchen daher vergebens nach der Angabe der Mittel zur Ueberwindung der Schwierigkeiten, mit denen sie zu kämpfen haben. — Das vorliegende Werk ist die Frucht einer langen eisenhüttenmännischen Er-

fahrung und vieler angestellter Versuche und ist hauptsächlich für praktische Eisenhüttenleute bestimmt. — Es enthält alle die für diese unerläßlichen Kenntnisse und Aufschlüsse, es ergänzt die vorhandenen Werke und füllt die in denselben vorhandenen Lücken aus. — Der Praktiker findet in dem Buche eine genaue und sachkundige Beschreibung aller derjenigen Prozesse, denen das Roheisen unterworfen werden muß, um in die verschiedenartigsten verkäuflichen und zu besondern Zwecken erforderlichen Eisen- und Stahlsorten von den mannichfaltigsten Formen verwandelt zu werden. — Die Verfasser haben sich nicht in dem Kreise der Allgemeinheiten gehalten, sondern haben die vielen Hüttenarbeiten, chemische und mechanische, mit den nöthigen Details erläutert; es sind alle Methoden angegeben und die zu wählenden und die besonders zu empfehlenden sind vorzugsweise beachtet.

Wir geben hier eine Inhaltsübersicht von dem Werke: 1. Abschnitt: Eisenfabrikation (Eigenschaften des Eisens und Fabrikationsprozesse). — 1. Abtheilung: Produktion des Stabeisens: 1. Kapitel: Elemente der Arbeit: 1) Materialien; 2) Apparate. — 2. Kap.: Das Verfrischen des Roheisens im Flammofen: Das Feinen oder Weißen. 1. Artikel: Puddelofenarbeit. 2. Art.: Verschiedene Verfahrungsarten beim Puddeln auf sehniges und körniges Eisen. 3. Art.: Puddelstahlbereitung. 4. Art.: Bemerkungen über die Puddelofenarbeit. — 2. Abth.: Verarbeitung des Frischeisens. 3. Kap.: Das Bearbeiten aus dem Groben: 1) Zängen; 2) Ausrecken. — 4. Kap.: Verarbeitung des Puddeleisens und des Brucheisens: 1) das Ausschweißen; 2) Zugutemachung des Brucheisens. — 5. Kap.: Vollendung des Eisens mittelst der Walzen: 1) Packetbildung und Schweißung; 2) Auswalzen, Geradrichten, Beschneiden u. s. w.; 3) Bemerkung über die Verarbeitung und die Eigenschaften des natürlichen Stahls. — 2. Abschn.: Fabrikation der verschiedenen, in dem Handel befindlichen Eisensorten. 1. Abth.: Die verkäuflichen, nicht profilirten Eisensorten. 1. Kap.: Verkäufliches Eisen: 1) Flach- und Bandeisen; 2) Rund- und Quadrateisen. — 2. Kap.: Blech und Eisendraht: 1) Blech und Eisendraht; 2) Weiß- und Zinkblech. — 2. Abth.: Façonnirtes und profilirtes Eisen. 3. Kap.: Eisen, welches im Civilbau benutzt wird: 1) Schienen, Radbandagen ꝛc.; 2) Winkeleisen, Balkeneisen ꝛc. — 4. Kap.: Feine façonnirte und profilirte Eisensorten; 1) Fensterrahmeisen, ovales, achteckiges, halbrundes Eisen ꝛc.; 2) Bolzen, Schraubenmuttern, Nie-

ten ꝛc. — 3. Abschn.: Von der Einrichtung der Eisenhütten: 1. Abth.: Material und Betrieb der Hütten: 1. Kap.: Innere Einrichtung der Walzhütten: 1) Walzwerke und Maschinen; 2) Hütten. — 2. Kap.: Nebenapparate und Nebenbetriebszweige: 1) Reparatur und Unterhaltung des Materials; 2) Nebenapparate ꝛc. — 2. Abth.: Die Verwaltung der Hütten: 3. Kap.: Personal eines Walzwerks: 1) Direction und Aufsicht; 2) Dienst und Lohn der Arbeiter. — 4. Kap.: Das Rechnungswesen eines Walzwerks: 1) Die Bücher ꝛc.; 2) Produktions- und Verkaufspreise.

I. Eigenschaften des Stabeisens.

Resultate von Festigkeitsproben mit inländischen Sorten von Kokes- und Holzkohlen-Nieteisen, ausgeführt im October 1860 in der Fabrik von Joh. Casp. Harkort auf Harkorten (in Westphalen) durch W. Liebe, theilt nebst lithograph. Tafel, die Beilage zu Nr. 22 des Berggeistes von 1861 mit; wir können nur darauf verweisen.

Ueber die Ursache der Festigkeitsverminderung des Schmiedeeisens und die Mittel zu deren Verhütung hat Will. Armstrong in den letzten 4 Jahren vielfache Versuche angestellt und die Ergebnisse derselben in den Chemical News, 1860, Nr. 43 (Dingl. pol. Journ., 1860, 2. Dec.-Heft) mitgetheilt. Die Ursache solcher zuweilen ganz räthselhaft aufgetretenen Festigkeitsverminderung des Schmiedeeisens unter gewissen Verhältnissen des Druckes und wiederholter Erschütterungen (plötzliches Zerspringen eines Dampfkessels bei einem geringeren Drucke, als wobei er Jahre lang in Thätigkeit gewesen; Bruch einer Locomotivaxe, nachdem sie Jahre lang gedient hatte, unter Verhältnissen, wo es am wenigsten erwartet wurde) hat man schon seit langer Zeit in einer im Innern der festen Eisenmasse stattfindenden Krystallisation suchen zu müssen geglaubt. Von derselben Ansicht ausgehend, war Armstrong bemüht, solche Krystallisation zu verhindern, und da bekanntlich die Körper überhaupt um so leichter krystallisiren, je reiner sie sind, so lag es nahe, durch verunreinigende Zusätze die Erreichung des Zweckes zu versuchen. Es wurden Kohlenstoff, Mangan, Kobalt, Zink, Chrom, Zinn und Nickel der Probe unterworfen; einer Beimengung von 1/5 bis 1 Proz. Nickel giebt Armstrong den entschiedensten Vorzug, weil alle anderen versuchten Zusätze beim Puddeln verbrennen und daher in keiner praktischen Weise dem Eisen einverleibt werden kön-

nen; überhaupt bewährte sich auch das Nickel als wirksamstes Mittel, die fragliche Krystallisation zu verhindern.

Bei den betreffenden Versuchen wurden die Eisenproben in Stäbe von 1 Quadratzoll Querschnitt und 24 Zoll Länge geschmiedet und dieselben in der Nähe eines mit einem losen Flügel versehenen Rades so angebracht, daß dieser das freie Ende der Stäbe dreimal in der Minute treffen mußte. Nachdem diese Erschütterung 6 Wochen gedauert hatte, wurden die Stäbe, am einen Ende eingespannt, am andern belastet, auf Bruchfestigkeit untersucht und die Resultate mit den in gleicher Weise vor dem Erschütterungsverfahren erhaltenen verglichen.

Als Beispiel der Empfindlichkeit des reinen Eisens für den Einfluß solcher Erschütterungen wird die Thatsache angeführt, daß ein Stab von den genannten Dimensionen, welcher zuvor 89 Pfd. getragen hatte, nachher durch seinen bloßen Fall auf den Boden in 3 Stücke zersprang; die Bruchstellen zeigten Krystallflächen wie Antimon.

Wenn sonach die Gefahr der Anwendung reinen Eisens zu Dampfkesseln, Wagenaxen, Flintenläufen ꝛc. außer Zweifel gestellt war, so war es von Wichtigkeit, das reine Eisen auf eine leichte Weise erkennen zu können. Armstrong empfiehlt dazu als vollkommen sicher die von ihm angewendete Prüfung mit dem Magnet: während reines Eisen vom Magnet zwar stark angezogen wird, dagegen seinen Magnetismus durch Entfernung des Magnets vollständig verliert, also keine dauernde Polarität erlangt, wird ihm durch die geringste Menge einer fremdartigen Beimischung die Eigenschaft ertheilt, die magnetische Polarität beibehalten zu können.

Diesen Ansichten Armstrong's tritt der Ingenieur Dr. Gurlt (Berggeist, 1861, Nr. 24) entschieden entgegen.

In Betreff zunächst der magnetischen Prüfung des Eisens auf seine Reinheit giebt Hr. Dr. Gurlt zu bedenken, daß jedes sehnige Eisen, welches sich überhaupt schmieden läßt, wenigstens noch 1/4 Proz. Kohlenstoff enthalten müsse, in Armstrong's Sinne folglich unreines Eisen sei; daß ferner ungehärteter Stahl von 1 bis fast 2 Proz. Kohlenstoff sich eben so wie weiches sehniges Eisen gegen den Magnet verhalte; daß endlich weiches sehniges Eisen bekanntlich sich wie gehärteter Stahl verhalten, nämlich dauernd magnetisch werden könne, wenn es im magnetischen Meridian eingerichtet und durch Hammerschläge erschüttert wird. Diese Thatsachen sprechen dafür, daß die Coercitivkraft nicht sowohl eine Folge chemischer Beimischungen, als vielmehr einer Veränderung des Molecularzustandes ist, wie

solche durch das Härten des Stahls oder durch die erwähnte magnetische Induction des an und für sich weichen Eisens herbeigeführt wird; daß durch die magnetische Induction des Schmiedeeisens wirklich eine Härtung eintritt, wird durch die interessante Beobachtung Ruhmkorff's bestätigt.

Die Verhinderung der Krystallisation durch Nickelzusatz betreffend, zweifelt der Verfasser, ob überhaupt in den untersuchten Eisenstäben Nickel enthalten gewesen, was durch keine chemische Analyse festgestellt worden sei; was aber überhaupt den Vorschlag betrifft, die Vermeidung des krystallinischen Zustandes und dadurch die Festigkeit des Eisens gerade in gefährlichen und wichtigen Fällen durch verunreinigende Beimischungen zu sichern, so hält er denselben für gemeingefährlich und erinnert an die Untersuchungen Karsten's und Anderer, wonach schon durch geringe Mengen fremder Stoffe die Festigkeit des Schmiedeeisens wesentlich beeinträchtigt wird, so daß man gerade für solche gefährlichen Fälle sich bisher besonders bemühen zu müssen glaubte, ein recht reines Eisen zu erzielen.

Endlich ist Dr. Gurlt der Ansicht, daß die in Rede stehende Structurveränderung, indem sie nur bei Schmiedeeisen von fadiger oder sehniger Textur vorkomme, lediglich eine Wirkung der Elasticität solchen Eisens sein könne: die fadige Textur bestehe in einer durch Walzen oder Hämmern hervorgebrachten gewaltsamen Verzerrung der Eisenkrystalle nach einer Richtung hin, und indem diese gewaltsam gedehnten Krystalle vermöge der ihnen innewohnenden Elasticität das Bestreben hätten, in ihre ursprüngliche Form sich zurückzuziehen, müßten sie jede ihnen gebotene Auflockerung der Eisenmasse dazu benutzen. Eine solche Auflockerung könne aber vorzüglich durch 3 Mittel geschehen, durch welche sehniges Eisen jedesmal unfehlbar körnig werde und an Festigkeit verliere: durch anhaltende Erwärmung, anhaltende Stöße und einen anhaltenden galvanischen Strom. Hieraus sei also zu folgern, daß man zu solchen Zwecken, bei denen durch die Structurveränderung und Festigkeitsverminderung Gefahr möglich ist, niemals fadiges oder sehniges Schmiedeeisen, sondern körniges oder Feinkorneisen anwenden solle, wenn nicht Stahl, der diesen Veränderungen gar nicht unterworfen ist, den Vorzug verdient.

Ueber die Umwandlung des Schmiedeeisens durch Vibration im kalten Zustande von einer sehnigen Textur in eine grobkörnig krystallinische und die damit verbundene Festigkeitsverminderung handelt Hr. C. v.

Mayrhofer in der Oesterr. Zeitschr., 1861, Nr. 47; wir verweisen darauf.

Ueber das Verhalten des Eisens und des Stahls beim Glühen in einem Strom von Wasserstoffgas handelt Bouis in den Comptes rendus, Juni 1861 und im Polytechn. Journal, Bd. 161, S. 360.

Ueber ein Verfahren zur genauen Bestimmung des Stickstoffes im Schmiedeeisen und Stahl' handelt Boussingault in denselben Quellen (Polyt. Journal 161, S. 365).

Eine Notiz über Eisen und Stickstoffeisen macht Krämer in Kirchen im Polyt. Centralbl., Nr. 12, 1861.

Ueber die Legirungen des Wolframs mit Eisen und einigen andern Metallen handelt Dr. F. A. Bernouilli in Poggendorff's Annalen und daraus im Polytechn. Jahrbuche, Bd. 159, S. 359. — Wir müssen auf alle diese Abhandlungen verweisen.

II. Puddelofen und Puddelofenbetrieb.

Ueber Puddelofen-Essen bemerkt Dr. H. Wedding in der Schlesischen Wochenschrift Nachstehendes: — Da die Rauchgeschwindigkeit in einer Esse (vergl. Weisbach's Ingenieur- und Maschinen-Mechanik, 3te Auflage, Bd. II, S. 568)

$$v = \sqrt{2\,gh \left(\frac{1 + 0{,}00367\,t'}{1 + 0{,}00367\,t} - 1\right)}$$

um so größer ist, je größer t', d. h. die Temperatur der ausströmenden Gase in der Esse ist, also die Weite einer runden Esse $d = \sqrt{\frac{4\,Q}{v\pi}}$ um so kleiner sein muß, je größer v, d. h. auch t' ist, so sollte da, wo t' am größten ist, d. h. im unteren Theile der Esse, deren Querschnitt auch am kleinsten sein. Diese Theorie hat man in Low Moor bei Puddelöfen mit großem Vortheile befolgt. Die Essen haben den Durchschnitt Fig. 9, Taf. IV. Der Kern von feuerfesten Ziegeln ist von einem einfachen Kesselblechmantel umgeben und gehalten.

Ueber die Verwendung der Kleinkohlen zur Flammofen-Feuerung theilt die Schlesische Wochenschrift, 1861, Nr. 48, aus einem Referate im Oberschlesischen berg- und hüttenmännischen Verein, Nachstehendes mit: — Es ist nicht unbekannt, daß auf englischen, belgischen und westphälischen Eisenwerken sogenannte Klein-

kohlen sowohl beim Puddelofen-, als auch beim Schweißofen-Betriebe schon seit Jahren Anwendung finden.

Auf den Oberschles. Werken ist zur Zeit dieses Verfahren auf einigen wenigen Werken schon eingeführt, auf anderen in der Einführung begriffen.

In dem Puddlingswerke der Königshütte werden sämmtliche Puddelöfen seit Monaten mit Kleinkohlen vom Bahnschachte der Königsgrube, von welchem aus das sogenannte Sattelflötz gebaut wird, betrieben, und auf Bethlen-Falvahütte ist mit Kleinkohlen von derselben Grube und von demselben Schachte und Flötze sowohl das Puddeln, als auch das Schweißen von Halbprodukten für Handelseisen mit guten Resultaten durchgeführt worden. Von dem Puddel- und Walzwerke Herminehütte bei Laband hört man, daß dort ebenfalls Versuche mit Kleinkohlen beim Puddeln und Schweißen und zwar unter Anwendung des sogenannten Unterwindes so günstige Resultate ergeben haben sollen, daß sämmtliche Puddel- und Schweißöfen mit namhaftem Kostenaufwande für einen permanenten Betrieb mit Kleinkohlen nach diesem Verfahren eingerichtet werden. Die dort zu den Versuchen verwandten Kleinkohlen waren, so viel darüber bekannt, von der Oscargrube bei Ruda entnommen.

Auf dem noch im Bau begriffenen Puddel- und Walzwerke der Redenhütte in Zabrze beabsichtigt man ebenfalls, Kleinkohlen von der Königin Louisegrube sowohl zum Puddeln, als zum Schweißen zu verwenden.

Daß die Benutzung der Kleinkohlen zur Flammofen-Feuerung noch keine weitere Verbreitung gefunden hat, mag seinen Grund theils darin haben, daß einzelnen Eisenwerken keine hierzu tauglichen Kleinkohlen zur Verfügung stehen, theils in dem eigenthümlichen in Oberschlesien häufig obwaltenden Umstande, daß Eisenwerke als ausschließliche Verwerthungsanstalten für die Produkte einzelner Kohlengruben dastehen, und daher auch die Consumtion von Stückkohlen zur Aufgabe haben, was namentlich in dem vorgedachten Falle für diese Consumtion von maßgebender Bedeutung, wenn die Beschaffung von tauglicher Kleinkohle zum Flammofen-Betriebe die Kosten der eigenen Stückkohlen übersteigen sollte, und es müssen dergleichen Fälle als Regel betrachtet werden, wenn auch in dieser Beziehung (s. u.) einzelne Ausnahmefälle vorkommen.

Abgesehen von der Tauglichkeit der Kleinkohlen zur Flammofen-Feuerung mögen daher die Resultate der Erwägungen über örtliche Verhältnisse, Transportkosten und über den relativen Brennwerth

der Stück- und Kleinkohlen, sowie endlich die Billigkeit der Stückkohlen und ihre gegenüber dem Kleinkohlenfall in Oberschlesien bedeutende prozentische Gewinnung von entscheidendem Einflusse auf die zur Zeit nicht weiter verbreitete Verwendung von Kleinkohlen zur Flammofen-Feuerung gewesen sein, und sie werden es, so lange nicht eine lucrativere Verwerthung für Stückkohlen eintritt, auch für die Zukunft bleiben.

Dem technischen Theile der Frage näher tretend, ist man zu der Ansicht berechtigt, daß zur Flammofen-Feuerung taugliche Kleinkohlen mindestens einige backende Beschaffenheit, mit welcher in der Regel auch Langflammigkeit verbunden ist, haben müssen, weil sonst der Verlust an unverbrannt durch die Roste fallenden Kohlen jeden ökonomischen Vortheil aufhebt, überdies auch in Folge dessen durch zu häufiges Nachschüren die auf den Heerden der Oefen vorzunehmenden Operationen gestört und verzögert werden. Ferner wird eine gewisse Reinheit der Kohlen vorausgesetzt, namentlich von solchen nicht kohligen Nebenbestandtheilen, welche in der Hitze sich verschlacken, während ein Gehalt an unschmelzbaren Thonschiefern u. s. w. weniger mechanische Nachtheile herbeiführen dürfte. Zur Verwendung von Kleinkohlen von magerer Beschaffenheit wird es jedenfalls größerer Rostflächen und umständlicherer Verbrennungs-Vorrichtungen bedürfen, wie z. B. der Treppenroste, des Unterwindes u. s. w. Es muß dankbar anerkannt werden, daß einige Hütten-Verwaltungen durch bereitwilligste Mittheilung der bei der Verwendung von Kleinkohlen zu den fraglichen Zwecken erreichten Resultate mit Stoff für die Bearbeitung der vorliegenden Frage entgegen gekommen sind, und zwar geschah dies zunächst Seitens der Königshütte.

In dem Puddlingswerke daselbst werden nämlich nach einem dreimonatlichen Durchschnitte auf 100 Pfd. Rohschienen 0,4 To. Kleinkohlen verbraucht, wovon die To. franco Hütte $3^5/_{12}$ Sgr. kostet, und wobei noch 2 To. Stückkohlen zu $9^5/_{12}$ Sgr. franco Hütte zu berücksichtigen sind, welche per Puddelofen zum Anfeuern beim Beginn jeder Wochen-Campagne aufgehen, wogegen vordem zu 100 Pfd. Rohschienen 0,45 To. Kohlen erforderlich waren, wovon $^2/_3$ Stückkohlen zu $7^5/_{12}$ Sgr. franco Hütte und $^1/_3$ Kleinkohlen zu $3^1/_4$ Sgr. franco Hütte. Die Kohlenkosten per 100 Pfd. Rohschienen bei Anwendung von $^2/_3$ Stück- und $^1/_3$ Kleinkohlen und bei einem Aufwande von 0,45 To. dieser Mischung haben somit 3 Sgr. 3,75 Pf. betragen, während sich dieselben bei 0,4 To. Kleinkohlen und unter Berücksichtigung der erwähnten 2 To. Stückkohlen zum An-

feuern per Puddelofen nur auf 1 Sgr. 5,4 Pf. stellen, und daher um 1 Sgr. 10,35 Pf. oder um 56,33 Proz. zurückgegangen sind. Von welcher bedeutenden Wirkung der ökonomische Vortheil des neuen Verfahrens auf die Gesammtfabrikation des Walz- und Puddelwerks in Königshütte ist, läßt sich anschaulich machen, wenn man die dabei erreichten Zahlenwerthe auf die Fabrikation des Werks pro 1860 anwendet. Es hat die Gesammtfabrikation im Jahre 1860 nämlich nach Nr. 20 der Wochenschrift des Schles. Vereins vom 16. Mai d. J. bestanden in:

	159570	Ctr. Stabeisen und
	6727	= Blech,
zusammen	166297	Ctr.

wozu bei einem durchschnittlichen Feuerabgange von 13 Proz. etwa 187915 Ctr. Rohschienen erforderlich gewesen sein mögen. An diesen würde die oben ermittelte Ersparniß von 1 Sgr. 10,35 Pf., zusammen 11666 Thlr. 11 Sgr. 8 Pf. betragen haben.

Wie schon oben erwähnt, werden die Kleinkohlen von dem Bahnschachte der Königsgrube entnommen, von welchem aus das sogenannte Sattelflötz gebaut wird. Die Puddelöfen sind Oefen ohne Dampfkessel und haben ihre früheren horizontalen Roste und Rostflächen behalten, es sind aber die ersteren etwas tiefer gelegt worden, um eine stärkere Kohlenschicht zu erreichen, welcher durch, im mittleren Niveau der Kohlenschicht in den seitlichen und in den hinteren Umfassungsplatten der Oefen angebrachte Oeffnungen Verbrennungsluft zugeführt wird. Eine Verlängerung der Campagnedauer hat sich bei der Kleinkohlen-Verwendung nicht herausgestellt, und ebenso wenig irgend ein veränderter Einfluß auf den Betrieb gegenüber der Verwendung von Stückkohlen. Auffallend in den Kohlenverbrauchs-Resultaten erscheint der Umstand, daß der frühere Verbrauch von 0,45 To. pro Ctr. Rohschienen von einem Gemisch von $^2/_3$ Stück- und $^1/_3$ Kleinkohlen größer ist als der jetzige von 0,4 To. an bloßen Kleinkohlen. Die Werksverwaltung klärt diese Differenz dahin auf, daß die früheren Kleinkohlen, vom Erbreichschachte der Königsgrube entnommen, von bedeutend geringerer Qualität, als diejenigen vom Bahnschachte waren. Hierbei darf die Bemerkung nicht unterlassen werden, daß der Erbreichschacht Kohlen vom Gerhardtflötze und vom Sattelflötze liefert, von letzterem aber von einem Flötzestheile, welcher gegen denjenigen, welcher vom Bahnschachte aus gebaut wird, durch einen Sprung 32 Ltr. saiger in's Hangende verworfen ist. Aus diesem lokalen Umstande mag sich wohl die Ver-

schiedenheit in der Beschaffenheit der Kohlen ein und desselben Flötzes und hiermit im Zusammenhange der Kohlen-Mehrverbrauch erklären lassen.

Die in Königshütte angestellten Versuche mit Kleinkohlen in Schweißöfen haben ergeben, daß zum Schweißen von kleineren Packeten und resp. Kolben zu feineren Eisensorten ein Zusatz von $^1/_5$ Kleinkohlen zu $^4/_5$ Stückkohlen günstige Resultate lieferte, daß aber ein größerer Zusatz von Kleinkohlen eine Abänderung der Ofen-Construction, namentlich der Rostpartie nothwendig machen würde.

Ueber die in Bethlen-Falvahütte erreichten Resultate liegt folgender Bericht der dortigen Hüttenverwaltung vor:

Nach der Jahres-Rechnung pro 1860 stellt sich der durchschnittliche Verbrauch per Ctr. Walzeisen auf 1,34 To. Stückkohlen, wovon per Ctr. Halbprodukt resp. Rohschienen 0,6 To. Stückkohlen.

Im Monat Mai 1861 sind durch 14 Tage producirt worden:

1. 1348 Ctr. 41 Pfd. Walzeisen und
2. 1023 „ Halbprodukt (Rohschienen).

Hierzu hätte nach dem Jahres-Verbrauche pro 1860 verbraucht werden sollen:

1. zu 1348 Ctr. 41 Pfd. Walzeisen (incl. der Rohschienen-Fabrikation dazu):
   (pro Ctr. 1,34 To. Stückk.) 1806 To.
2. zu 1023 Ctr. Halbprodukt (Rohschienen) (p. Ctr. 0,6 To. Stückk.) 613 „

		Thlr.	Sgr.	Pf.
Zusammen Stückkohlen 2419 To. zu $9^1/_2$ Sgr.		766.	—	6.
Der wirkliche Verbrauch pro Mai beträgt dagegen:	736 To. Stückkohlen, zu $9^1/_2$ Sgr. . . .	233.	2.	—
	871 „ Kleinkohlen vom Bahnschachte der Königsgrube, zu 5 Sgr. . . .	145.	5.	—
	1607 To.	378.	7.	—
Es beträgt demnach pro Mai der Minderverbrauch an Kohlen 812 To. und die Geldersparniß		387.	23.	6.
(wobei zu bemerken, daß das Werk nur 14 Tage im Betriebe war.)				
Der Ctr. Walzeisen ist somit um $5^1/_2$ Sgr. billiger als früher producirt, bei 1348 Ctr. 41 Pfd. .		247.	5.	—
Der Ctr. Halbprod. um 4 Sgr. $1^1/_2$ Pf. bei 1023 Ctr.		140.	18.	6.
Summe wie oben		387.	23.	6.

Der Materialverbrauch calculirt sich gegen oben genannten Jahres-Durchschnitt pro 1860:

per Ctr. Walzeisen auf 0,51 To. Stück- u. 0,40 To. Kleinkohlen,
„ „ Halbprodukt auf 0,05 To. Stück- u. 0,33 To. Kleinkohlen.

Zu obigem Betriebs-Berichte muß zunächst bemerkt werden, daß die darin gedachten Stückkohlen solche von Fausta-Grube waren, für welche Falvahütte naturgemäße Verwerthungs-Anstalt ist.

Auffällig in den Betriebs-Resultaten ist wiederum der Umstand, daß der Gesammtverbrauch von 0,51 To. Stück- und 0,40 To. Kleinkohlen, zusammen 0,91 To. pro Ctr. Walzeisen geringer als der frühere von 1,34 To. Stückkohlen ist. Dasselbe ist der Fall bei dem Halbprodukte, resp. bei den Rohschienen, wovon früher zu 1 Ctr. 0,6 To. Stückkohlen gebraucht wurden, wogegen pro Mai d. J. nur 0,05 To. Stück- und 0,33 To. Kleinkohlen, zusammen 0,38 To. nöthig waren. Eine Erklärung hiefür liegt nach den Mittheilungen der Verwaltung der Falvahütte in dem Umstande, daß die Stückkohlen von Faustagrube von geringer Qualität seien, und daß das dortige Grubenmaß wegen ungünstiger, durch den Grubenbetrieb aber bedingter Form der Fördergefäße kleiner sei, als es die abweichend construirten Fördergefäße auf der Königsgrube ergäben.

Ist es bei den Resultaten der Königshütte zu bedauern, daß eine genaue Ermittelung nicht möglich ist, nach welchem Verhältnisse eine gewisse Quantität Stückkohlen durch Kleinkohlen ersetzt wird, oder umgekehrt, weil die dort verbrauchten Kohlen von verschiedenen Flötzen entnommen waren, so tritt in dieser Beziehung bei den Resultaten der Falvahütte das erwähnte Mißverhältniß im Grubenmaße noch hindernd dazu, und es muß, so lange nicht speciellere Versuche vorgenommen werden und deren Resultate vorliegen, einstweilen bei dem erfreulichen Eindrucke, welchen die erlangten finanziellen Resultate machen, sein Bewenden haben.

In Falvahütte sind nach den Mittheilungen der dortigen Verwaltung bei der Verwendung von Kleinkohlen Veränderungen an den Puddel- und Schweißöfen nicht vorgenommen worden. Es sind dieß gewöhnliche Essenöfen mit horizontalem Rost ohne beigefügte Kessel. Ebenso wenig hat man auch dort in Folge der Kleinkohlen-Anwendung eine Beeinträchtigung der Operation in den Oefen wahrgenommen. Soviel verlautet, wird seit dem Monat Mai 1861 die Verhüttung der Kleinkohlen von Bahnschacht in Falvahütte fortgesetzt.

Erkundigungen nach den auf Herminehütte mit Kleinkohlen erreichten Resultaten sind von sehr geringem Erfolge gewesen. Man

ist dort mit Mittheilungen darüber zurückhaltend und hat sich auf die Auskunft beschränkt, daß man bei Anwendung des Unterwindes zum Puddeln und Schweißen nur eben so viel Kleinkohlen brauche, als früher für dieselben Zwecke an Stückkohlen. Der Zutritt zum Werke und resp. die Besichtigung der Unterwind-Einrichtung ist nicht gestattet. Im Allgemeinen ist aber bekannt, daß Kleinkohlen von Oscargrube bei Ruda in Herminehütte verwendet werden.

Da das Puddel- und Walzwerk in Redenhütte noch im Bau begriffen ist, so kann bezüglich desselben nur erwähnt werden, daß bei dem dortigen Puddel- und Schweißofen-Betriebe Kleinkohlen von Königin Louise-Grube benutzt werden sollen, was bei der bekannten guten Qualität der Kohlen und bei der Darstellung von meistens schwachen Eisensorten wohl ohne Zweifel sich durchführen lassen wird. Die Puddelöfen sowohl, als die Schweißöfen erhalten gewöhnliche flache Roste und natürliche Luftzuführung und werden mit Dampfkesseln combinirt, in der Erwartung, daß die Abhitze der Oefen zur Dampferzeugung ausreichen wird.

Ist hiernach die Verwendung von Kleinkohlen nur auf einzelnen wenigen Eisenwerken Oberschlesiens durchgeführt, so sind doch die erreichten Resultate gewiß so erfreulicher Natur, daß sie zu erweiterter Verwendung und zu fortgesetzten Versuchen auffordern. Durch letztere muß noch die wichtige, für die Verwendung der Kleinkohlen zur Flammofen-Feuerung maßgebende Frage entschieden werden, ob sich, wie bisher bei Stückkohlenfeuerung, auch bei Kleinkohlenfeuerung die Dampferzeugung von der Abhitze der Oefen bewirken läßt, oder ob und in wie weit für diesen Zweck besondere Feuerung eintreten muß, worüber die bisher erreichten Resultate keinen Aufschluß gewähren, weil sie nur in Flammöfen ohne Kessel gewonnen wurden.

Es muß ferner durch weitere Versuche ermittelt werden, welche Kleinkohlensorten Oberschlesiens außer den bereits erprobten sich noch zu der mehrfach gedachten Verwendung eignen, da bis jetzt hierüber nur Vermuthungen ausgesprochen werden können, deren thatsächliche Bewahrheitung sich theils aus der durch die Praxis bekannten Beschaffenheit einzelner Kohlensorten, theils auf Grund der werthvollen Aufschlüsse, welche die in jüngster Zeit von Herrn Bergschullehrer Grundmann in Tarnowitz gefertigten Analysen mehrerer Kohlensorten gewähren, erwarten läßt, und welche dahin gehen, daß außer den Kleinkohlen von Oscar-Grube auch diejenigen von Carl-Emanuel-Grube, Paulus-Grube, Brandenburg-Grube und Orzegow-Grube sich ebenfalls zur Flammofen-Feuerung eignen dürften, da sie sämmt-

lich nach ihrer chemischen, qualitativen und quantitativen Constitution einander und derjenigen vom Bahnschachte der Königs-Grube sehr nahe stehen.

Daß es lohnend sein möchte, behufs Nutzbarmachung der Kleinkohlen zur Flammofen-Feuerung eine Aufbereitung eintreten zu lassen, ist bei den verhältnißmäßig niedrigen Preisen der Stückkohlen zu bezweifeln.

Was nun die aus einer massenhaften Consumtion von Kleinkohlen entspringende Wirkung auf den Betrieb und Haushalt der Kohlengruben anlangt, so liegt zunächst die Erwartung nahe, daß bei günstigerer Verwerthung großer Massen Kleinkohlen der dadurch erzielte Gewinn die Möglichkeit herbeiführen muß, Stückkohlen billiger zu verkaufen, und dadurch für dieselben ein erweitertes Absatz-Gebiet erreichen zu können, womit als weitere Consequenz wiederum ein größerer Bedarf an Stückkohlen eintreten muß. Als thatsächliches Beispiel für den Werth des obigen Schlusses kann hier angeführt werden, daß seit der mit so günstigen Resultaten verknüpften Verwendung von Kleinkohlen in Falvahütte die zu derselben als Brennstoff-Lieferantin gehörige Fausta-Grube in die Lage gekommen ist, ihre Stückkohlen im Preise herabzusetzen und dadurch für dieselben den Eisenbahn-Debit zur nächsten Ladestelle der Eisenbahn zu ermöglichen, während sie vordem in Bezug auf ihren Betrieb und auf ihren Absatz zumeist von dem Bedarfe der Falvahütte abhängig war.

Als weitere Wirkung einer gesteigerten Consumtion von Kleinkohlen dürfte noch der Fall eintreten, daß auch solche Flötze zum lohnenden Abbau gebracht werden könnten, welche zumeist Kleinkohlen liefern, und welche eben aus diesem Grunde und resp. wegen Mangel an Kleinlohlen-Absatz unbebaut liegen bleiben, vorausgesetzt nämlich, daß ihre Kleinkohlen für beabsichtigte Zwecke tauglich sind.

Ueber den Puddelprozeß, unter Berücksichtigung der Structur des zu erzeugenden Stabeisens hat Herr Gustav Rieschke im Berggeist, 1861, Nr. 78, 79 und 80, eine sehr interessante Arbeit geliefert, die wir hier mittheilen.

Die chemische Analyse allein ist kein sicherer Indikator zur Ermittelung der Güte des Stabeisens. Die von der Zusammensetzung theils abhängigen, theils unabhängigen physikalischen Eigenschaften, und unter diesen vornehmlich die Structur, tragen wesentlich zur Bestimmung des Werthes bei. Daß zur Herstellung von brauchbarem Stabeisen die möglichst vollständige Befreiung des Roheisens von

seinen mechanisch und chemisch beigemengten Begleitern allein nicht hinreicht, sondern mit der chemischen Reinigung zugleich eine wesentliche Lagerungsveränderung der kleinsten Theile vor sich gehen muß, diese aber nur durch ein allmäliges Ueberführen des Eisens aus dem rohen in den gaaren Zustand erreicht werden kann, haben die Bessemer'schen Versuche durch ihr Mißlingen auch nach dieser Richtung hin genügend gezeigt. Abgesehen von der unvollständigen Entfernung von Kiesel, Schwefel und Phosphor und dem enormen Eisenverluste, kann es durch den von Bessemer verfolgten Weg nimmermehr gelingen, mittelst Hinzuleitung von comprimirter Luft in flüssiges Roheisen der entkohlten Masse zugleich eine dem gefrischten Eisen ähnliche Textur zu geben, da es an Zeit und Mitteln fehlt, bei der Schnelligkeit, mit welcher der Prozeß vor sich geht, zugleich mit dem chemischen Vorgange die mechanische Veränderung der Moleküle zu bewirken; und in der That hat man durch das Bessemer'sche Verfahren wohl Roheisen entkohlt, aber weder Stabeisen noch Stahl [1]) erhalten. Wäre es möglich, die große Pressung des Windes (welche den Druck des flüssigen Eisens überwinden muß) bedeutend herabzustimmen, um dadurch den Entkohlungsprozeß zu verzögern, dann würde auch das umgewandelte Eisen eine dem Stabeisen sich nähernde Structur besitzen. Käme man auf einem Punkte an, bei welchem das erlangte Produkt die Güte einer durch den Puddelprozeß erzeugten Luppe hatte, würde sich zeigen, daß diese Erfindung, welche seiner Zeit so ungeheures Aufsehen erregt hat, dem ganzen Wesen nach mit der alten Herdfrischerei verwandt ist; da in beiden Fällen Wind auf die ganz- oder halbflüssige Roheisenmasse wirkt.

Bei der Modifikation oder dem gänzlichen Ersatze der gebräuchlichen Frischmethoden muß man stets daran festhalten, daß keine Methode einen dauernden Erfolg haben kann, die allein Beschleunigung und Kostenverminderung des Purifikationsprozesses bezweckt und nicht zugleich Rücksicht auf die physikalische Beschaffenheit des zu erreichenden Produktes nimmt.

So lange der Puddelofen bei uns noch nicht vollständig heimisch war, kannte man nur sehr wenige und unzulängliche Mittel,

---

1) Hier irrt sich jedoch der Herr Verf., denn sowohl in Schweden, als auch in England und in mehreren andern Ländern ist die Stahlbereitung durch den Bessemer'schen Prozeß vollkommen gelungen, wie wir auch weiter unten im 4. Kapitel ersehen werden.

durch welche man dem erfrischten Eisen ein von vornherein bestimmtes Korn zu geben vermochte. In der neueren Zeit hat man gelernt, mit dem chemischen Vorgange beim Puddelprozesse Operationen zu verbinden, welche auf die Structur des zu erzeugenden Stabeisens wesentlich einwirken. Dem zufolge vereinigt man auch jetzt allgemein bei der Darstellung des Stabeisens im Puddelofen mit der Hauptaufgabe — der chemischen Reinigung — den Zweck, Eisen von bestimmter innerer Beschaffenheit herzustellen.

Zweierlei Arten von Stabeisen sind es namentlich, welche durch abweichende Behandlung der eingeschmolzenen Roheisenmasse erzielt werden: feinkörnig, stahlartig und sehniges Eisen.

Das hauptsächlichste Mittel, dessen man sich bedient, Verschiedenartigkeit des Korns hervorzubringen, ist die mechanische (?) Wirkung der Schlacke. Läßt man die Schlacke nur in solcher Menge und soweit wirken, daß durch die Reduction des oxydirten Eisens der Kohlenstoff schnell und vollständig entfernt wird, so liefert der Puddelprozeß ein Eisen, welches dem durch Herdfrischen dargestellten in Textur und Zusammensetzung nahe kommt. In beiden Fällen wird nach Entfernung der Rohschlacke das Gaarwerden an der von aller überflüssigen Schlacke entblößten strengflüssigen resp. teigartigen Masse bewirkt. Verzögert man aber den Puddelprozeß durch ein Bad nicht oxydirender Schlacke und unterhält dieses Schlackenbad während des ganzen Verlaufes der Arbeit, so scheidet sich das Stabeisen erst nach verhältnißmäßig längerer Zeit in seinen Graupen aus, und da die Schlacke durch fortwährendes Kratzen in vollständiger und immerwährender Berührung mit dem Eisen bleibt, wird es dem Sauerstoffe, der durch die Reduction des oxydirten Eisens frei wird, erschwert, im Entstehungsmomente seine Wirkung auf den Kohlenstoff des Kohleneisens schnell und vollständig auszuüben. Reduction des Eisenoxyduls der angereicherten Schlacke und Oxydation des Kohlenstoffs gehen langsam und unter Hindernissen vor sich, und die Ausscheidung des Stabeisens findet unter Zurückhaltung eines geringen Theiles innig verbundenen Kohlenstoffes statt und unter Annahme einer Textur, deren feinkörniges Ansehen schon auf die stahlähnliche Beschaffenheit des Produkts schließen läßt. Es ist zugleich ersichtlich, daß durch die Verzögerung des Frischprozesses Kiesel, Schwefel und Phosphor vollständiger als bei der Methode ohne Schlackenbad abgeschieden werden.

Verfolgt man den Prozeß vom Einsetzen der Charge an, so sieht man zuvörderst, daß das Einschmelzen des Roheisens in allen

Fällen auf dieselbe Weise vor sich geht, nämlich unter dem Schutze einer Schlackendecke. Vor Beginn des Kratzens besteht die geschmolzene Masse aus 2 getrennten Schichten: Eisen und Schlacke nach ihrer Schwere gelagert. In der ersten Periode des Kratzens gehen zwei Veränderungen mit dem Kohlenstoffe des Eisens vor, indem eine Vergrößerung der Menge und eine Verschiedenheit des Auftretens desselben stattfindet. Daß eine augenblickliche Oxydation und schnellfolgende Reduction der ursprünglich nur mechanisch beigemengten Kohle stattfindet, daß also sämmtlicher Kohlenstoff chemisch gebunden wird, ersieht man schon aus der Beschaffenheit des Bruchs einer gezogenen Probe; daß zweitens eine Vergrößerung des gesammten Kohlenstoffgehaltes vor sich geht, ergiebt die Analyse und einfacher noch eine Probe im Kleinen. Es ist auch klar, daß in der Periode, in welcher die Masse schäumt, eine Ausscheidung von Kohlenstoff noch nicht stattfinden, sondern erst von dem Augenblicke an beginnen kann, wo die feinen Eisenpartikelchen eben mit der Kratze zu fühlen sind, denn erst von diesem Zeitpunkte an, von dem Momente, wo das im Gaaren begriffene Eisen sich von der Schlacke zu trennen anfängt, verbindet sich der aus der angereicherten Schlacke abgeführte Sauerstoff in statu nascendi mit dem Kohlenstoffe des Eisens. In dem Maße, in welchem das Eisenoxydul Sauerstoff verliert, verbindet sich der Kohlenstoff des Kohleneisens mit demselben und die eigentliche Frischarbeit geht vor sich. Bis zu diesem Punkte findet aber nur die Vorbereitung: die Schmelzung, die vollständige chemische Verbindung von Eisen und Kohlenstoff, theilweise Oxydation und die Abscheidung eines Theiles Silicium statt.

Aus dem Gesagten geht nun hervor, daß in Bezug auf die physikalische Beschaffenheit des gewünschten Eisens bis zum Beginn des eigentlichen Frischens die Behandlung der Charge im Heerde dieselbe sein kann und erst von da ab eine zweckmäßige Veränderung bei der Frischarbeit vorgenommen werden muß.

Ohne Schlacke, oder mit unzulänglicher Quantität zu puddeln, würde nur auf Kosten eines Theils Eisen geschehen können, da sowohl die Verbrennung des Kohlenstoffs, als auch die Abscheidung des Siliciums nur durch die Einwirkung von oxydirtem Eisen geschehen können. Will man daher den Prozeß durch möglichst ungehinderten Zutritt des Sauerstoffs zum Kohleneisen beschleunigen und zu diesem Zwecke die Schlacke, welche jener Wechselwirkung ein mechanisches Hinderniß in den Weg stellt, aus dem Ofen entfernen, so darf nur soviel Schlacke abgelassen werden, daß dadurch kein Eisen-

verlust entsteht; ebenso darf man mit dem Aufgeben von Gaarschlacke nicht bis unter ein gewisses Maß gehen. Nach Entfernung der Rohschlacke findet unter Eintragen von Schwahl und Gaarschlacke das Frischen schnell und vollständig statt, ist der Prozeß, welcher ein sehniges Stabeisen liefert, beendigt.

Soll zur Darstellung von Feinkorneisen in einem Schlackenbade gepuddelt werden, so hat man darauf zu halten, daß dieses Bad aus nichtoxydirender Schlacke bestehe, damit dasselbe den Prozeß nicht beschleunige, sondern vielmehr als indifferenter Körper das Eisen umhülle und so den Frischprozeß erschwere. Wenn nun der Zeitpunkt eintritt, in welchem der Umwandlungsprozeß vor sich geht, wird das Eisen in dem Schlackenflusse schwebend erhalten. Wir haben alsdann das Gemenge zweier Flüssigkeiten vor uns, deren specifische Schwere sehr verschieden von einander ist. Werden aber zwei Flüssigkeiten von heterogener Beschaffenheit innig mit einander gemengt, so nimmt nach dem Gesetz der Schwere der dichtere Körper Tropfengestalt an. Das Eisen befindet sich also in der Gaarperiode in feinen Tropfen vertheilt in dem Schlackenbade, und in diesem Zustande und dieser Umhüllung erfolgt das Frischen desselben. Durch die eigenthümliche Vertheilung und die damit in Verbindung stehende verzögerte und nicht vollkommene Entkohlung erhält das sich bildende Eisen eine feinkörnige und stahlartige Beschaffenheit. — Das nöthige Schlackenbad wird aus Rohschlacke (Fuchsschlacke) gebildet und hat für jeden Ctr. Einsatz eine Höhe von c. 1 Zoll. Ein zweites Mittel, auf die Textur des fallenden Stabeisens hinzuwirken, ist die Handhabung des Registers. Im Allgemeinen ist die Flamme bei offenem Register oxydirend; das geschlossene Register hingegen verhindert den Oxydationsprozeß. Schließt man während der Gaarperiode die Essenklappe ganz oder theilweise, so behält das gaarende Eisen einen Theil seines Kohlenstoffs, und das Produkt nähert sich durch diese Operation nach Structur und Zusammensetzung dem Stahl.

Je nachdem sehniges oder feinkörniges Stabeisen dargestellt, oder mit andern Worten, trocken oder im Schlackenbade gepuddelt wird, unterscheiden sich die dazu eingerichteten Oefen in ihrer Construction und ihren Dimensionsverhältnissen, in der Arbeitszeit und im Eisenverluste.

Für jeden Ctr. Einsatz muß der Schlackenpuddelofen eine um 1 Zoll größere Herdtiefe besitzen, als ein trockener Ofen bei sonst gleichen Verhältnissen. Bei dem fast allgemein üblichen Einsatz von

4 Ctr. pro Charge giebt man dem trockenen Heerde gewöhnlich $8\frac{1}{2}$'', dem Schlackenheerde 12'' Tiefe. — Die Abführung der Schlacke aus den trockenen Oefen geschieht durch eine in der Mauerung der Fuchsbrücke, nahe der zweiten Arbeitsthür zu, ausgespaarten Oeffnung, von wo aus eine gußeiserne, mit Sand ausgeschlagene, trogartige Rinne nach dem Fuchsloche führt. Das Verstopfen der Oeffnung geschieht durch Versetzen mit Sand, Kohle und Schlacke. Auch die Schlackenöfen haben jene Rinne, da die Masse beim Beginn der Arbeit (beim Steigen) sich derart ausdehnt, daß oft ein beträchtlicher Theil Schlacke über die ganze Länge der Fuchsbrücke fließt.

Der Arbeitsraum der Schlacken-Puddelöfen ist folgenderweise zusammengesetzt. Um der zerfressenden Wirkung der Schlacke entgegen zu treten, bestehen die Umfassungswände desselben aus gußeisernen, theils durch Wasser gekühlten Stücken, welche in ihrer Zusammensetzung die Form des Querschnitts liefern. Das Abschmelzen und Abfrischen dieser Stücke sucht man durch möglichst große äußere Flächen, welche durch das Bestreichen der atmosphärischen Luft den ganzen Körper kühl erhalten, zu vermindern. Man gießt zu diesem Ende diese Gegenstände mit hohlen Winkeln. Bestehen diese Umfassungsstücke aus Holzkohlenroheisen, so ist die Construction vortheilhaft, wenn man möglichst wenig Stücke anwendet. Ist das Material derselben ein nicht besonders gutes Kokesroheisen, so thut man gut, der leichteren Auswechselung wegen, den Umfang des Herdes aus mehreren Stücken zusammenzusetzen. Zu Alvenslebenhütte bestehen aus diesem Grunde die Wände aus sechs Stücken; nämlich aus zwei mit einer Röhre zur Wasserabkühlung, und zwei mit Füßen zur Bildung eines Luftkanals versehenen Längsstücken, welche die beiden Seiten des Herdes, ferner aus zwei sich an diese anschließenden und unter einer geringen Krümmung sich vereinigenden Stücken, welche die Hinterwand des Herdes bilden. Zwei dreieckige, kleinere Winkelstücke vermitteln endlich die vorderen Enden jener Längsstücke mit der Schwelle der Arbeitsthür. Die 6 Theile bilden mit der Schwelle der Arbeitsthür ein Sechseck, dessen größte, hintere Seite aus der Bogenlinie der beiden Hinterstücke besteht und dessen übrige 5 Seiten durch die frei liegenden Theile der beiden Längsstücke, durch die beiden Winkelstücke und durch die Thürschwelle gebildet sind. — Diese so construirten Ofen haben eine Dauer von 13 Wochen, und während dieser Campagne werden die kleinen Winkel in der Regel zweimal, die beiden Längsstücke, welche durch die doppelte Kühlung mittelst Wasser und Luft mehr geschützt sind, ein-

mal ausgewechselt, während die beiden hinteren Stücke zugleich mit der Mauerung erneuert werden. Die Länge eines solchen Schlackenheerdes beträgt 5', seine größte Breite 4', an der Fuchs- und Feuerbrücke 2' 1". Die Winkelstücke sind je 2' 1" lang und die Oeffnung der Arbeitsthür beträgt 1' 6". Die Höhe des Ofens (vom Gewölbe bis zum Herde) ist an der Feuerbrücke 2' 8", an der Fuchsbrücke 2' 1". Die beiden den Herd seitlich abschließenden 11" hohen und 8" breiten Kühlstücke tragen zugleich die beiden Brücken. Die Feuerbrücke ist 21" hoch und 15" breit; die Fuchsbrücke 15" hoch und 13" breit. Die Brücken, das Gewölbe und der obere Theil der Seitenwände bestehen aus feuerfesten Ziegeln. Der Herd der Schlacken-Puddelöfen besteht aus 3 starken gußeisernen Platten, welche auf der unteren Umfassungsmauer und aufgegossenen, in die Mauerung eingelegten Trägern ruhen. An der unteren Seite haben diese Platten Flantschen, welche verbolzt werden. Auf der obern Fläche sind Rippen angegossen, die in ihrer Zusammenstellung den Anhalt für die Aufstellung der 6 Gußstücke geben. Auf diesem Herde wird das Schlackenbad hergerichtet, indem man allmälig Rohschlacke einschmilzt, bis die Höhe von 4 Zoll erreicht ist.

Da im Trockenherde eine geringe Menge Rohschlacke und auch diese nur kurze Zeit vorhanden ist, so ist ein Zerfressen der den Arbeitsraum umfassenden Wände weniger zu befürchten, und man bildet deshalb auch den unteren Theil der Seiten des trockenen Herdes aus feuerfesten Steinen. Zu Alvenslebenhütte wird der Boden des Herdes der Trockenöfen dadurch hergestellt, daß auf die massive Grundmauer ein gußeiserner mit Falzen versehener Rahmen gelegt wird, in welchen 3 gezogene Platten eingepaßt werden. Der Zusammenstoß der Platten wird durch einen Kitt gedichtet. Der Rahmen, und mithin der Querschnitt des Herdes, hat im Allgemeinen dieselbe Form, die der Schlackenherd durch Anordnung der 6 Gußstücke erhält. Die Dimensionen der Trockenpuddelöfen in genannter Hütte sind folgende: Länge des Herdes 5' 6½", Breite in der Mitte 3', an der Fuchsbrücke 2½', Höhe der Feuerbrücke 18", Breite der Feuerbrücke 13½", Höhe der Fuchsbrücke 6", Breite der Fuchsbrücke 10½", Höhe des Gewölbes an der Feuerbrücke 27", Höhe des Gewölbes an der Fuchsbrücke 19" und in der Mitte 22". — Die Arbeitszeit ist, in Folge des verzögerten Gaarfrischens, beim Schlacken-Puddelofen eine größere, als am trockenen Ofen. In einer 12stündigen Schicht bleibt der Schlackenofen ungefähr um eine Charge zurück.

Der Eisenverlust im trockenen Ofen ist ansehnlich geringer als im Schlackenofen, weil die arme Schlacke schon zeitig abgelassen wird, beim Puddeln mit Schlacke hingegen oft gegen das Ende des Kratzens sehr reiche Schlacke durch das Schauloch von selbst abfließt; anderseits hat auch die Dauer des Prozesses Einfluß auf den Verlust.

Das Feinkorneisen wird zu allen Fertigprodukten verwandt, die eine starke Pressung zu erleiden haben, oder der Abnutzung durch Reibung unterworfen sind. Feinkörniges Eisen liefert deshalb das Material zu Kolbenstangen, Axeneisen, Wagenreifen und dergl. — Die Darstellung des sehnigen Eisens findet für solche Produkte statt, deren Bestimmung auf Zähigkeit und Elasticität basirt, bei welcher ein gewisser Grad von Weichheit aber kein Hinderniß für die Anwendung dieses Eisens ist.

Die Eisenbahnschienen, an deren Natur zwei ganz heterogene Forderungen gestellt werden, können diesen Bedingungen auch nur durch Vereinigung der beiden verschiedenen Eisensorten entsprechen. Der obere Theil — der Kopf — der Schienen, welcher dem Einflusse der Reibung der Radbandagen widerstehen und damit eine große Tragfähigkeit verbinden muß, besteht daher aus Feinkorneisen. Die Belastung der Schienen ist aber keine ruhende, sondern eine bewegliche, rollende und die Träger der Last fortgesetzt erschütternde; damit die Schienen auch nach dieser Richtung hin den nöthigen Widerstand leisten, besteht der Steg und der Fuß derselben aus sehnigem Eisen.

Aus dem durch Zusammenschweißen der beiden Eisensorten erhaltenen Mittel-Produkte hat man mit gutem Erfolge stärkere Bleche gewalzt.

Im Anschluß an unsere Erörterung wollen wir Einiges über den Betrieb der Alvenslebenhütte hier folgen lassen.

Zu Anfang des Jahres 1861 befanden sich daselbst 24 Puddelöfen, von denen 11 als trockene und 13 als Schlackenöfen betrieben wurden. Diese 24 Oefen sind erforderlich und hinreichend, das in den 6 Kokeshohöfen der Königshütte erblasene Roheisen zu frischen. Schon seit vielen Jahren geschieht das Puddeln zu Alvenslebenhütte ohne Zusatz von Holzkohlen-Roheisen, was um so mehr hervorgehoben werden muß, als vor nicht langer Zeit mehrere Fachblätter einen kleinen Aufsatz brachten, welcher die irrige Behauptung enthielt, daß noch keine größere oberschlesische Puddlings-Anlage von der Anwendung eines gewissen Theiles Holzkohlenroheisen sich lossagen könne. Die 6 Hohöfen erblasen wöchentlich zwischen

6000 und 7000 Ctr. Roheisen aus verschiedenartigem milden, oft sehr unreinen und armen Brauneisenstein aus den Beuthener und Tarnowitzer Revieren, gattirt mit $^1/_5$ seines Gewichts Thoneisenstein, unter Zuschlag von Kalkstein, verbunden mit einer geringen Quantität Frisch- und Hohofenschlacke. Der Guß geschieht in Coquillen. Der dritte Theil dieses grauen, gaar erblasenen Roheisens wird in drei Feinfeuern gereinigt und in weißes Eisen verwandelt. Jede Puddelcharge für beide Ofenarten besteht demgemäß auch aus etwa $^2/_3$ grauem Roheisen und $^1/_3$ feinem Eisen und zwar 250 Pfd. auf 150 Pfd., also daß die Charge 4 Ctr. beträgt. Dieses Verhältniß zwischen rohem und reinem Eisen ist gewiß ein ganz richtiges; denn wenn auch durch Abscheidung eines bedeutenden Theiles Silicium und der größeren Menge des Phosphors, sowie durch das Gebundenwerden des gesammten Kohlenstoffs ein gaareres Einschmelzen, ein schnelleres Frischen und ein reineres Stabeisen durch Verpuddeln, von gefeintem Eisen allein, erfolgt, so setzen doch anderseits die Erhöhung der Kosten, das dickflüssige Schmelzen und damit verbundene äußerst schwierige Arbeiten von selbst kleineren Chargen der Menge des zugesetzten Reineisens seine bestimmten Grenzen.

In jeder 12stündigen Schicht werden zu Alvenslebenhütte im Schlackenofen 5—6, im trockenen Ofen 6—7 Chargen à 4 Ctr. verpuddelt. Um zu zeigen, daß die Gaarperiode die Verzögerung beim Puddeln im Schlackenbade bedingt, lassen wir Angaben über die Dauer der wichtigsten Operationen an beiden Oefen folgen.

Am trockenen Ofen verlangt:

das Eintragen und Einschmelzen der Charge . .	40	Minut.
das Arbeiten mit 4 bis 5 Kratzen [1])	30	=
das Durcharbeiten mit dem Spitz.	15	=
das Ballen und Luppenmachen	10	=
das Wegführen zum Hammer und Abschmieden .	15	=
ganze Dauer	110	Minut.

Am Schlackenofen beträgt:

das Eintragen und Einschmelzen der Charge . .	40	Minut.
das Arbeiten mit 4 bis 5 Kratzen	30	=
das Durcharbeiten mit dem Spitz.	25	=
das Ballen und Luppenmachen	20	=
das Wegführen zum Hammer und Abschmieden .	15	=
ganze Dauer	130	Minut.

1) „Kratze" bedeutet hier die Arbeitszeit mit diesem Gezähe.

Eine Pause zwischen je 2 Chargen zur Abkühlung des Ofens findet selten statt, da die Herabstimmung der Temperatur durch das Einlegen der frischen Schlacke vor Beginn des neuen Einsatzes genügend erfolgt.

Der Eisenverlust beträgt bei den trockenen Oefen 9%, bei den Schlackenöfen hingegen 14%.

Zur schnelleren und vollständigeren Abführung von Phosphor und Schwefel wird ein sogenanntes Puddelpulver, aus Kochsalz und Braunstein bestehend, bei den Schlackenöfen zugesetzt. Das Weglassen dieses Pulvers bei Darstellung von sehnigem Eisen läßt sich nur dadurch erklären, daß man die Entstehung eines flüssigen, gierigen Natronsilicates vermeiden will; sonst aber müßte man bei dieser schnelleren Frischmethode um so mehr darauf bedacht sein, jene schädlichen und hartnäckigen Begleiter zur Bildung flüchtiger Verbindungen zu zwingen.

Die vor mehreren Jahren bei sämmtlichen Puddelöfen der Alvenslebenhütte eingeführten Treppenroste sind 3′ breit; die Länge des flachen Theils beträgt 9″, die des unter einem Winkel von 135° aufsteigenden schrägen Theiles über 2′. Diese Roste haben sich für die Feuerung von magerer, leicht zerbröckelnder Steinkohle sehr gut bewährt und die Ersparniß belief sich in Beziehung auf die ehemals angewandten flachen Roste auf $^1/_{10}$ Tonne pro Ctr. Roheisen. Selbst als man die Kohle mit $^1/_3$ Staubkohle vermischt anwandte, wurde eine gute Flamme erzeugt und der Gang im Ofen erlitt keine wesentliche Störung. In letzter Zeit ist man darauf bedacht gewesen, die Puddelöfen mit Staubkohlen allein zu feuern. Der alleinigen Benutzung von Staubkohlen traten aber bei Belassung der Treppenroste schwer zu beseitigende Hindernisse entgegen. Erstlich fiel eine zu große Menge feiner Kohle durch den horizontalen Theil des Rostes; ferner entstand durch Verschlackung des unreinen Materials ein Versacken und Verbacken in dem ganzen unteren Raume, wodurch der Zug durch den horizontalen Theil des Rostes sowohl, als durch die unteren Lagen des schrägen Theils wesentlich gehemmt wurde. Drittens endlich wurde zu viel Staub in den Arbeitsherd geworfen. Durch die Anwendung eines eigenthümlich construirten flachen Rostes hat man diese Uebelstände vollständig beseitigt. Dieser flache Rost, welcher schon bei vielen Puddelöfen angeordnet ist, ist 3′ breit und $2^1/_2$′ lang (tief). Die Roststäbe bestehen aus breiten, flachen Schienen, welche sehr nahe aneinander liegen, so daß der Einderfall möglichst beschränkt wird. Der Hauptzug wird durch eine

1 1/2" über das Niveau der Roststäbe in die Enden der Seitenwände eingemauerte 6" hohe gußeiserne Platte vermittelt, welche mit 2 Reihen von Zuglöchern versehen ist. In der obern Reihe enthält diese Platte 9 Stück je einen Quadratzoll haltende Löcher und in der unteren 4 Stück je 7" lange und 1" hohe Oeffnungen. Eine dritte Zuglinie wird endlich durch den 1 1/2zölligen Abstand der Schiene von der Oberfläche des Rostes gebildet. Die Platte dient zugleich als Träger des Mauerwerkes, welches die hintere Wand des Ofens bildet. Zu dem Ende ist durch die ganze Länge der Platte und zwar zwischen den beiden Zugreihen eine 1" starke und 4" in die Feuerung ragende Leiste angegossen. Auf diese Leiste wird die unterste Ziegelsteinschicht so gesetzt, daß die Steine die oberen Löcher nicht sperren.

Man sieht, daß durch die ganze Einrichtung ein zu großer Abfall, ein Versetzen der am stärksten wirkenden Zugöffnungen vermieden ist. Durch die erniedrigte Lage der ganzen brennenden Schicht fällt auch das Werfen von Staub in den Herd weg. Schon bei Anwendung der Treppenroste hat man durch Ausstemmen von ein oder zwei (einen Quadratzoll große) Oeffnungen unterhalb des Schürlochs und vis à vis davon den Zug sehr vergrößert.

In Bezug auf die Abführung der Gase und des Rauches vertheilen sich die Puddelöfen der Alvenslebenhütte auf:

2 Oefen mit unterirdischem Zuge,
5 Essenöfen mit Kesselfeuerung und
17 gewöhnliche Essenöfen.

Der untere, veränderliche Theil der Esse stützt sich gegen die 4 gußeisernen Säulen, welche den oberen, dauernden Theil der Esse tragen. Die Höhe der Esse beträgt 40', die lichte Weite 7—18".

Die erzeugten Luppen werden unter 3 Dampfhämmern und in 2 Walzenstrecken zu Kolben vorgeschmiedet resp. noch zu Rohschienen verwalzt. Zur Darstellung der Zwischen- und Fertigprodukte dienen weitere 4 Dampfhämmer und 5 Walzenstraßen, welche mit 25 Schweißöfen in Verbindung stehen.

Ungefähr zwei Drittel der Produkte sind Bahnschienen; das übrige Drittheil umfaßt alle nur möglichen Stabeisensorten und Bleche.

Ueber die Entschwefelung des Eisens beim Puddelprozeß bemerkt Professor Rob. Richter zu Leoben im Oesterr. Jahrbuche, Bd. X, S. 505, Nachstehendes: — Wegen des schädlichen Einflusses, den der Schwefel auf das beim Puddlingsprozesse erhaltene Produkt ausübt, ist man von vielen Seiten her bemüht

gewesen, Mittel und Wege ausfindig zu machen, um denselben auf eine geeignete Weise so weit zu entfernen, daß er eine nachtheilige Einwirkung auf das Eisen nicht mehr äußert. Als ein ziemlich wirksames Mittel hat sich der Braunstein (Mangansuperoxyd) bewährt, welches Mittel auch vollständig seinen Zweck erfüllen würde, wenn dasselbe schmelzbar und in Folge dessen in eine viel innigere Berührung mit dem Eisen kommen würde. Braunstein kann deshalb nur theilweise oxydirend auf die schädlichen Bestandtheile einwirken, weil dem Lehrsatze corpora non agunt nisi fluida nicht Genüge geleistet wird. Außerdem ist der Braunstein auch sehr oft kupferhaltig und es fragt sich sehr, ob dieser Kupfergehalt von dem Eisen nicht aufgenommen wird.

Außer dem Mangansuperoxyde giebt es aber auch andere Oxydate von Metallen und auch Salze derselben, welche sehr kräftig oxydirend wirken und dabei schmelzbar sind.

Jedem Metallurgen ist die kräftig oxydirende Wirkung des Bleioxydes (Bleiglätte) bekannt; dieselbe wird auch bei anderen metallurgischen Prozessen, wie beim Garmachen des Kupfers angewendet, um schädliche Bestandtheile zu oxydiren und in die dabei sich bildende Schlacke überzuführen.

Herr Richter hat nun Versuche darüber angestellt, ob Bleiglätte auch einen günstigen Einfluß auf die Entfernung der schädlichen Bestandtheile und vorzüglich des Schwefels und Phosphors in dem Eisen beim Puddlingsprozeß äußern dürfte, was theoretisch sich zwar vermuthen ließ, da die zersetzende Einwirkung des Bleioxydes auf Schwefelmetalle hinlänglich bekannt ist, praktische Erfahrungen aber nach dieser Richtung hin fehlten.

Die Versuche wurden zu Frantschach bei Wolfsberg in Kärnthen auf dem, dem Grafen Henkel von Donnersmark gehörigen Puddlingswerke, mit so stark schwefelhaltigem Eisen vorgenommen, daß nicht einmal Rohschienen daraus gewalzt werden können.

Der Prozeß des Puddelns wird daselbst in Doppelöfen mit Holzfeuerung vorgenommen, und es werden jedesmal 7 Centner eingesetzt. Es wurden nun zwei Oefen zu ganz gleicher Zeit mit der betreffenden Quantität Eisen beschickt, zu der einen Beschickung aber noch 3 Pfd. Schwefeleisen und $^1/_2$ Pfd. Phosphoreisen hinzugefügt, um absichtlich das ohnehin schon unbrauchbare Produkt noch mehr zu verschlechtern. Nach dem vollständigen Einschmelzen wurden in dem Ofen, in welchem sich die Beschickung mit 3 Pfd. Schwefeleisen und $^1/_2$ Pfd. Phosphoreisen befand, 3 Pfd. Bleiglätte hinzugesetzt

und kräftig gerührt, wobei das Eisen prächtig aufkochte, indem die Glätte gleichzeitig oxydirend auf den Kohlenstoff einwirkte. Das dadurch reducirte Blei wurde durch den Zutritt der atmosphärischen Luft immer wieder oxydirt und konnte auf's Neue zersetzend auf die schädlichen Körper einwirken. Sehr bald begann die Bildung einer dünnflüssigen und bleioxydhaltigen Schlacke, welche ebenfalls auch eine oxydirende Wirkung auf das Schmelzgut ausübte und die Oxydate in sich aufnahm. Nach 1 $1/2$ Stunde, vom Einsetzen an gerechnet, waren die Luppen fertig, schweißten unter dem Hammer gut zusammen und ließen sich ohne Anstand zu Rohschienen auswalzen. In dem anderen Ofen wurde das Eisen nach gewöhnlicher Weise verpuddelt und erst nach 2 $1/2$ Stunden konnten die Luppen aus dem Ofen unter den Hammer gebracht werden, wo sie sehr vorsichtig behandelt werden mußten, damit sie nicht zerfielen. An ein Auswalzen zu Rohschienen war aber nicht zu denken. Dabei hatte man einen Calo von 18%, während er bei dem mit Bleiglätte gepuddelten 11% betrug.

Das zu Rohschienen ausgewalzte Eisen wurde nach den bekannten Methoden auf Roth-, Kalt- und Faulbruch untersucht und hielt sämmtliche Proben aus, ja es wurden sogar aus diesem Eisen Sensen geschmiedet, um dadurch die Brauchbarkeit des Eisens zu prüfen.

Später noch angestellte Versuche gaben ganz gleiche Resultate.

Statt der Bleiglätte kann man auch metallisches Blei anwenden, welches sich während des Prozesses oxydirt und dann seine Wirksamkeit beginnt, ist vielleicht auch in allen den Fällen dem Bleioxyd vorzuziehen, wenn man es mit schnell gaarendem Eisen zu thun hat.

Schließlich erwähnt Richter noch, daß er in einem späteren Aufsatze eine andere Erklärung der Wirkung der Manganoxydate geben werde, als er in diesem Aufsatze angenommen habe.

Ueber den Eisenoxydgehalt in den Frischschlacken bemerkt Dr. List zu Hagen im Berggeist, 1861, Nr. 56, Nachstehendes: — In einer in Bd. IV, S. 202, mitgetheilten Arbeit hat der Verfasser die Wichtigkeit hervorgehoben, welche dem in den Schlakken neben dem Eisenoxydul enthaltenen Eisenoxyde, Fe_2O_3, zugeschrieben werden muß. Die Frage, in welcher Weise dasselbe in den Schlacken vorhanden ist, mußte Herr Dr. List damals unerörtert lassen, weil für keine der möglichen Annahmen eine experimentelle Begründung vorlag. Er theilt daher jetzt eine Beobachtung mit, welche ihm diese Frage zu erledigen scheint.

Drei Ansichten könnten möglicher Weise über diesen Punkt

aufgestellt werden. Es könnte entweder angenommen werden, das Eisenoxyd sei ebenso, wie es das zugleich vorhandene Oxydul wirklich ist, an Kieselsäure gebunden — oder es sei, da nicht bewiesen ist, ob ein Silicat des Eisenoxyds in der Hitze bestehen kann, das Eisenoxyd in freiem Zustande der Schlacke beigemengt — oder endlich, es sei mit einer bestimmten Menge Eisenoxydul ähnlich, wie im Magneteisenstein, chemisch verbunden. Als Hr. Dr. List die Beobachtung machte, daß in der Schlacke beim Glühen im Wasserstoffgas eine Reduction erfolgte, zeigte sich ihm ein Weg, zu entscheiden, welche von diesen Ansichten die richtige war. Denn wäre das Eisenoxyd in freiem Zustande oder nur mit Kieselsäure verbunden, so müßte sich die Reduction durch Wasserstoff auf das Oxyd $Fe_2\ O_3$ allein beschränken, da der Wasserstoff auf das Oxydulsalz nicht einwirkt; wenn aber Eisenoxydul vorhanden war, so mußte außer dem Eisenoxyde auch alles mit demselben verbundene Oxydul reducirt werden. Der Versuch zeigte nun, daß beim fortgesetzten Glühen der Schlacke im Wasserstoffstrom viel mehr Erste reducirt wurde, als dem vorhandenen Eisenoxyde entsprach — die Reduction hatte sich folglich auch auf einen Theil des Oxyduls erstreckt, welches mithin mit dem Oxyde verbunden gewesen war.

Aus den schließlich gefundenen Zahlen ergiebt sich durch eine einfache Rechnung, daß die dem Versuche unterworfene Schlacke — es war die in dem vorjährigen Aufsatz (welcher in diesem Werke im vorhergehenden Bande ebenfalls mitgetheilt ist) vom Dr. List mit 1 bezeichnete, beim Beginne der Arbeit, d. h. vor dem Einsetzen des Roheisens genommene Probe — im Wesentlichen zu etwa $^3/_5$ aus dem Singulosilicate: $3\ Fe\ O,\ Si\ O_3$ und zu $^2/_5$ aus der dem Hammerschlag ähnlichen Verbindung: $3\ Fe\ O,\ Fe_2\ O_3$ besteht. Die Entstehung der letzteren erklärt sich leicht, man braucht ja nur die bei dem Verweilen der Luppen der vorangegangenen Charge im Ofen stattfindende Verbrennung von Eisentheilen zu berücksichtigen.

Daß diese Verbindung aber auf den Kohlenstoff des Roheisens stark oxydirend, d. h. gaarend wirken muß, ergiebt sich aus ihrer Zusammensetzung und bedarf nicht erst des Beweises, welcher durch das beobachtete analoge Verhalten gegen Wasserstoff geliefert ist. Das Vorhandensein einer solchen dem Magneteisenstein sich nähernden Verbindung erklärt endlich, daß die Schlacke vom Magnete angezogen wird, wenn auch alle metallischen Theilchen vollständig entfernt sind.

III. Schweißöfen, Hammer- und Walzwerke und deren Betrieb.

Ueber den Schweißofenbetrieb mit Gebläsewind hielt Herr Commerzienrath Leop. Hoesch, Besitzer der Lendersdorfer Eisenwerke bei Düren, in der Versammlung des technischen Vereins für Eisenhüttenwesen, zu Düsseldorf, am 24. Februar 1861, einen Vortrag, den Herr Ingenieur Mäurer auf den genannten Eisenwerken bearbeitet hat. Wir entnehmen denselben aus den „Mittheilungen des technischen Vereins für Eisenhüttenwesen", einer Beilage zum Berggeist, 1861, Nr. 69.

Zur Hervorbringung einer guten intensiven Schweißhitze bedarf es bei dem Schweißofenbetriebe durch Essen und mittelst des natürlichen Luftzuges stets eines starken Zusatzes von Stückkohlen zu der gewöhnlichen Grieskohle, der je nach der Beschaffenheit der letztern $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{3}$ des gesammten Kohlenverbrauches beträgt. Es hat dies einen wesentlichen Einfluß auf den Durchschnittspreis der Kohlen und auf die Produktionskosten, da die Stückkohlen etwa das Doppelte von der Grieskohle betragen. Die Schweißöfen mit Essen haben daher den Nachtheil mit dem besten Brennmaterial gefeuert werden zu müssen. Die speciell technischen Nachtheile dieser Oefen sollen weiter unten mitgetheilt werden.

Diese Uebelstände erforderten eine Abhülfe, besonders auch bei den mit Braunkohlen und Torf betriebenen Flammöfen.

Das Verdienst, den Schweißofenbetrieb mit Gebläsewind zuerst auf den zur rheinisch-westphälischen Gruppe gehörenden und mit Steinkohlen betriebenen Werken eingeführt zu haben, gebührt dem rühmlichst bekannten Herrn Daelen, Oberingenieure der Hermannshütte bei Hörde. Derselbe hat auf diesem großartigen Hüttenwerke bei den Puddelöfen durch den Gebläsewind erhebliche Vortheile nicht erzielt, wogegen sich bei den Schweißöfen die weiter unten beschriebene Einrichtung gut bewährt hat. Auch andere Werke fanden sich veranlaßt, den Schweißofenbetrieb mit Unterwind einzurichten, so unter Andern die beiden in Eschweiler und Lendersdorf gelegenen Puddel- und Walzwerke der Firma Eberhard Hösch und Söhne in Düren.

Die Gebläseeinrichtung auf der Hermannshütte bei Hörde. Wir beschreiben hier diese, da sie zweckmäßiger als die Lendersdorfer ist und auch bessere Resultate gegeben hat. — 14 Schienenschweißöfen stehen in doppelter Linie; zwischen ihnen liegt

der Aschen- und Windkanal B, Fig. 6, Taf. V, in welchem zwei Schienengleise von Gußeisen aa angebracht sind, auf denen die Asche mittelst der Wagen cc transportirt wird. Der Kanal hat an dem einen Ende einen Aus- und Eingang, welcher nach Art einer Wasserschleuse mit zwei Thüren verschlossen ist. Die Wagen werden durch einen Aufzug auf die Hüttensohle gehoben und alsdann nach der Halde gefahren.

Der Wind wird durch den Ventilator D, Fig. 7, in den Kanal B eingeführt und gelangt durch die Seitenkanäle d, Fig. 6, unter die Schweißofenroste. In den Seitenkanälen befinden sich Klappen e, vermittelst welcher der Wind nach Bedürfniß des Ofenbetriebes regulirt, oder auch ganz abgeschlossen werden kann. Das Letztere geschieht, wenn der Rost gereinigt werden soll, zu welchem Zweck die Thür e geöffnet werden muß. Soll die Asche herausgenommen werden, so wird die Klappe e, welche eben sowohl im Kanale, als auch von obenher mittelst der Handhabe f bewegt werden kann, vollständig geöffnet und die Asche mit einem Haken in den Wagen gezogen. Der frei zuströmende Wind schützt hierbei den Arbeiter vor Wind und Staub, vor dem letztern, indem er ihn dem Aschenfall größtentheils wieder zuführt. Eben so hat der Schweißer beim Reinigen des Rostes, wenn er vorher die Klappe e geschlossen, von der Hitze nur wenig und vom Staube gar nichts zu leiden. — In den Dimensionen der Oefen ist nichts geändert worden, nur der Rost ist 3 Zoll tiefer gelegt und die Zahl der Roststäbe von 13 auf 16 vermehrt worden.

Aus den Untersuchungen über die Druckverhältnisse beim Schweißofenbetriebe mit Gebläsewind, die auf dem Lendersdorfer Walzwerk angestellt wurden, theilen wir nur die nachstehenden Resultate mit und bemerken, daß zur Ermittelung derselben Wassermanometer angeordnet wurden, welche die Form communicirender Glasröhren hatten, die mit gefärbtem Wasser gefüllt worden waren, um den Stand desselben in der Röhre besser ablesen zu können. Bei dem Messen des Druckes mußte große Sorgfalt angewendet werden. — Es betrug diese Spannung oder vielmehr die Luftverdünnung in der Esse bei sämmtlichen Versuchen mit Unterwind — 8 bis — $10\frac{1}{2}$ Linien und unter dem Rost + 6 Linien.

Zu Hörde ist die Pressung unter dem Rost gleich jener im Hauptkanal, indem der Aschenfall wegen der unmittelbaren Nähe von jenem gewissermaßen einen Theil des letztern bildet; bei der Lendersdorfer Anlage ist dieß wegen der langen Windleitung nicht der

Fall. — Wir wenden uns nun zu den Vortheilen, welche die Anwendung der Gebläseluft beim Schweißofenbetriebe nach sorgfältigen und wiederholten Vergleichungen mit dem gewöhnlichen Schweißofenbetriebe ergeben hat; es waren folgende:

A. Resultate auf der Hermannshütte bei Hörde.

1. Die Produktion der Oefen ist um 20—25% vermehrt worden.

2. Der Kohlenverbrauch dieser Oefen beträgt nur 73% des Verbrauches der ohne Gebläseluft arbeitenden Oefen; während ferner früher den gewöhnlichen melirten Kohlen Stückkohlen beigegeben werden mußten, genügen jetzt melirte Kohlen für sich allein.

3. Der Verbrauch an Roststabeisen hat sich um den dritten Theil vermindert.

4. Die Schweißung der Schienen ist eine viel vollkommenere und bessere, als in den gewöhnlichen Oefen; dieser letztere Vortheil erscheint als der bedeutendste von allen.

Herr Daelen schreibt diese günstigen Resultate jedoch nicht allein der einfachen und zweckmäßigen Einrichtung zu, insofern dieselbe auch während der Fortschaffung der Schlacke, Asche und Cinders die Anwendung der Gebläseluft ununterbrochen gestattet, sondern auch dem Umstande, „daß dieselbe die Arbeit an den Oefen ungemein erleichtert." — Wie oft werden nicht die zweckmäßigsten und vortheilhaftesten Einrichtungen nach längerer oder kürzerer Zeit wieder verworfen, weil die Arbeiter, denen sie etwas mehr Mühe verursachen, ihr Möglichstes thun, um dieselben zu benachtheiligen, und weil die Benutzung derselben Seitens der Arbeiter in solchem Falle nur durch die strengste Ueberwachung erzwungen werden kann.

Anders verhält es sich mit der beschriebenen Einrichtung. Das Vorurtheil, welches den Arbeiter im Allgemeinen gegen jede Neuerung einnimmt, mußte freilich auch in diesem Falle besiegt werden; die Einrichtung bewirkte aber nicht allein ökonomische Vortheile, sondern erleichterte auch die Arbeit, und zwar der Art, daß die Schienenschweißer glauben, jetzt ohne Gebläseluft kaum noch fertig werden zu können.

B. Resultate auf den beiden Werken von Hoesch.

1. In der Produktion pro Ofen und Schicht ergab sich auf beiden Werken ebenfalls ein Plus von ca. 10 bis 15%.

2. Der früher unumgänglich nothwendige Zusatz von ca. 30% Stückkohlen zur Grieskohle des Indereviers wurde unnöthig; es trat dagegen ein absoluter, um ca. 8% höherer Kohlenverbrauch (feine Grieskohle) ein; die Preisdifferenz zwischen Gries- und Stück-

kohle ist daher der Grund, daß sich beim Schweißofenbetriebe mit Gebläseluft pro Ofen und Schicht ca. 1 Thlr. Nutzen ergab.

3. Der Verschleiß an Roststäben betrug per Ofen und Jahr beim früheren Kaminbetriebe . . . . . . ca. 210 Thlr.
dagegen beim Betriebe mit Gebläse nur . . . „ 50 „
mithin eine Ersparniß per Ofen und Jahr von . ca. 160 Thlr.

Ungleich größer und wichtiger, wie die so eben angeführten ökonomischen Vortheile, erscheinen die technischen. — Es muß hier zuvörderst auf die Nachtheile des Schweißofenbetriebes mit Essen aufmerksam gemacht werden, indem wir bemerken, daß die Esse ein Saugapparat ist.

Die hiermit verbundenen Uebelstände bei der Wartung des Ofens und Oeffnung der Arbeitsthüre sind so einleuchtend wie erheblich, indem durch die Thüren jedesmals eine nicht zu verhindernde heftige Einströmung kalter, atmosphärischer Luft in den glühenden Schweißofenraum stattfindet. Diese Einströmung, so unscheinbar sie auch erscheinen mag, bildet stets, und namentlich bei schweren Schweißöfen mit großer Arbeitsthüre zum Einsetzen hoher Packete und Schmiedestücke, ein Hemmniß bei der Erreichung einer gelungenen, gleichmäßigen Schweißhitze der Pakete, indem hierdurch eine Abkühlung und Ungleichmäßigkeit des Hitzegrades an verschiedenen Stellen des Herdraumes hervorgerufen wird.

Aus demselben Grunde findet gleichzeitig durch die Berührung der kalten Luft mit den glühenden und schweißwarmen Packeten ein erhöhter, auf die Fabrikationskosten erheblich influirender Eisenabbrand statt. Die Frage bewegt sich somit nicht allein auf dem ökonomischen Gebiete der Fabrikation, sondern sie erstreckt sich gleichzeitig auch auf die Qualität des fertigen Produktes. Die erwähnte Neuerung ist somit in doppelter Beziehung als ein Fortschritt in der Eisenfabrikation zu betrachten.

Vor Einführung des Betriebes mit Gebläsewind fanden sich an schweren Packeten zu Blechen, Schienen, Achsen und Bandagen, und namentlich an den der Thüröffnung zunächst liegenden Theilen derselben, sehr häufig starke Blasen und verbrannte Stellen, welche oftmals die Verwerfung des daraus gewalzten Bleches oder Stabes zur Folge hatten, ebenso waren an der Oberfläche des fertigen Eisens und ganz insbesondere der Bleche oft schadhafte Schweißstellen sichtbar, die offenbar auf eine ungleichmäßige Schweißung, daher mangelhafte Homogenität des fertigen Metalles schließen ließen.

Seit der Einführung des Windbetriebes sind jedoch diese Uebelstände fast gänzlich verschwunden, die Schweißung der Packete ist eine durchweg gleichmäßigere und bessere geworden.

Diese Thatsachen sind einfach in der Natur der Sache begründet. Wir haben es bei dem Betriebe mit Gebläsewind nunmehr nicht mit einem Saug-, sondern mit einem Druck-Apparat zu thun; stellen wir an beide die Aufgabe, den erforderlichen Zug im Ofen herzustellen, so erzeugt der erstere einen saugenden und der letztere einen blasenden Zug; betrachten wir ferner beide Apparate mit Rücksicht auf die zu erzeugende Dichtigkeit resp. Verdünnung der durch den Ofen streichenden Luft, so haben wir es in dem Saugapparate mit einer Luftverdünnung beim Austritt aus dem Ofenraum, dagegen bei dem Druckapparat mit einer Luftverdichtung vor dem Eintritt in den Ofenraum zu thun.

Es ist deshalb leicht ersichtlich, daß diese wesentlich von einander verschiedenen Erscheinungen bei der Anwendung eines natürlichen und eines künstlichen Luftzuges auch auf den Ofengang von erheblichem Einflusse sein müssen.

Bei dem Druckapparate, also bei dem Schweißofen mit Gebläsewind findet beim Oeffnen der Arbeitsthür somit kein Einsaugen kalter, atmosphärischer Luft in den Ofenraum, sondern ein Ausblasen warmer Luft aus dem Ofen statt; wenn wir daher durch das Oeffnen der Arbeitsthür auch stets noch einen momentanen Wärmeverlust in Rechnung bringen müssen, so übt diese Abkühlung aber keineswegs mehr auf die Temperatur und die Schweißung der im Ofen befindlichen Packete einen schädlichen Einfluß aus. Dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft, dem schlimmsten Feinde des im glühenden und schweißwarmen Zustande befindlichen Eisens ist somit der Eintritt in den Ofenraum versagt; die Hitze im Ofen bleibt eine gleichmäßigere, die Schweißung wird gleichartiger.

Die verdichtete oder Gebläseluft enthält ferner mehr Sauerstoff, es erfolgt eine vollständigere und intensivere Verbrennung und eine bessere Ausnutzung der entwickelten Kohlengase, welches man daraus ersieht, daß die Gasentweichungen weniger sichtbar sind, als beim Essenbetriebe. Die klimatischen Verhältnisse, Kälte und Stürme haben weit weniger Einwirkung beim Betriebe mit Unterwind.

Die Kosten der Anlage werden durch die Kohlenersparung fast doppelt compensirt.

In Beziehung auf die Construction der Oefen sind weder auf der Herrmanns- noch auf den Hütten von Hösch wesentliche Verän-

derungen vorgenommen und dennoch werden diese erforderlich sein. — Zuvörderst erscheint die Verwerfung der hohen Essen und deren Ersatz durch niedrigere nur dann gerechtfertigt, wenn man die Esse überhaupt für die Folge von ihrer bisherigen wichtigen Funktion als Saugapparat vollständig zu entbinden im Stande wäre; sie hätte alsdann nur noch die Rolle eines Rauchableiters zu spielen und könnte in diesem Falle allerdings bei einer geringeren Höhe und einem größeren lichten Durchmesser jenen Zweck um so leichter erfüllen. Dies wäre aber nur dann möglich, wenn wir in der Esse anstatt des bisherigen Saugens bei Anwendung des Gebläsewindes einen absoluten Druck zu erzeugen im Stande sind, was bisher und nach den vorhin mitgetheilten Untersuchungen über die Windpressungen auf dem Lendersdorfer Walzwerke nicht stattgefunden, sondern nach wie vor ein wirkliches Saugen, also stets ein negativer Druck (Vacuum) wahrgenommen wurde, welcher sogar noch stärker war, als beim gewöhnlichen Essenbetriebe mit atmosphärischem Luftzuge unter dem Roste. In diesem Falle wäre, wie gesagt, eine geringere Höhe der Essen zulässig, und die Anlage neuer Werke in Bezug auf den Essenbau weit billiger auszuführen, als unter den bisherigen Verhältnissen.

Die Erreichung eines derartigen absoluten Druckes in der Esse könnte aber nur durch eine weit höhere Pression des Gebläsewindes bewirkt werden, was anderseits eine allzu heftige, also unökonomische Verbrennung der Kohle und eine zu große Geschwindigkeit der durch den Ofen streichenden Gase zur Folge haben würde. Eine solche Einrichtung würde demnach neben einem größeren Kraftbedarf zum Betriebe der Gebläsemaschinen einen allzustarken Kohlenconsum hervorrufen, welcher die bis jetzt erzielten Vortheile vollständig überwiegen und gleichzeitig den Eisenabbrand im Ofen erhöhen müßte, da durch die erhöhte Pression des Windes auch ein großer Theil der atmosphärischen Luft im unzersetzten Zustande in den Ofenraum gelangen würde. Außerdem darf aber der Druck im Ofen selbst noch aus einem andern, triftigen Grunde ein gewisses Maximum nicht übersteigen, indem nämlich beim Oeffnen der Thüren die Flamme zu heftig herausschlagen und hierdurch die nothwendige Wartung des Ofens durch den Arbeiter vollständig unmöglich gemacht würde. Diese Thatsache müßte deshalb schon für sich allein die Grenze für den höchsten Druck im Ofen bestimmen.

Diese Betrachtung führt in Verbindung mit der soeben ausge-

sprochenen Ansicht über den in Folge des Essenzuges stattfindenden Einfluß auf die Richtung der nothwendig auf die Herdsohle herabzuleitenden Flamme — zu dem Schlusse, daß unsere hohen Essen immerhin noch unentbehrlich bleiben werden und daß es mit Rücksicht auf die bis jetzt gemachten Erfahrungen eben so nothwendig wie zweckmäßig erscheint, beim Betriebe der Schweißöfen mit Gebläsewind beide Arten des Zuges, also den blasenden und den saugenden, gleichzeitig zu benutzen; der erstere wäre somit mehr als das Motiv für die Intensität und der letztere mehr als das Motiv für die Richtung der Flamme zu betrachten. Man hat als Ersatz der Essen Exhaustoren in Vorschlag gebracht; diese erfordern jedoch einen stabilen Kraftaufwand zu ihrer Bewegung, müssen also auf Walzwerken, welche in Bezug auf den Betrieb der Motoren ausschließlich auf die mit den Puddel- und Schweißofengasen erzeugte Dampfkraft angewiesen sind, insofern als unpraktisch erscheinen, als dieselben beim Beginn des Betriebes (Anfeuerung der Oefen) mit einer anderweitigen Kraft betrieben werden müßten. Die Exhaustoren können in solchen Fällen daher nicht als Ersatz der Essen, sondern nur als Mittel zur Förderung des Zuges betrachtet werden. — Die hohen Essen werden deshalb auch in der Folge noch beibehalten werden müssen.

Faßt man nunmehr das in Bezug auf die Construction der Schweißöfen Gesagte nochmals kurz zusammen, so erscheint die Beibehaltung der bisherigen Ofenconstruction beim Betriebe mit Gebläsewind nicht immer als vortheilhaft. Der Weg, die Wirkung und die Geschwindigkeit der Flamme sind, wie nachgewiesen wurde, erheblich von den früheren Verhältnissen abweichend: Thatsachen, die in Verbindung mit einer faktisch eingetretenen, erhöhten Dampfproduktion unbedingt zu der Ansicht berechtigen, daß im Interesse einer noch größeren Kohlenersparniß und besserer Ausnutzung der Wärme beim Betriebe mit Gebläsewind die Länge des Ofens eine größere, die Ofenform also eine gestrecktere, oder umgekehrt, die Oberfläche des Rostes eine entsprechend geringere sein muß; ebenso dürfte eine noch größere Neigung des Gewölbes in der Richtung des Fuchses zweckentsprechend sein. Die einzige bis jetzt vorgenommene Aenderung in der Dimension der Oefen bestand, wie bereits gesagt, nur darin, daß man den Rost um 3 Zoll tiefer legte, um eine höhere, der Pression des Windes besser widerstehende Kohlenschicht auf demselben möglich zu machen. Die lichte Höhe, von der Oberfläche der

Kohlenschicht bis an die darüber befindliche Decke des Gewölbes gemessen, blieb daher unverändert.

Das Motiv für die Tieferlegung des Rostes ist deshalb hauptsächlich aus mechanischen Gründen herzuleiten, wobei gleichzeitig die Länge der Flamme, deren größte Intensität sich ohne diese gewiß auch in einem dem Fuchse näher liegenden Theile des Ofenraumes entwickelt haben würde, mit in Betracht gezogen ist.

Dampfhämmer.

Der Dampfhammer von Farcot, der in Bd. III, S. 199, beschrieben worden, hat in Beziehung auf seine Ausführung neuerdings mehre nicht unwichtige Verbesserungen erfahren (Polyt. Centralbl. 1861, Nr. 4, nach dem Génie industriel, Oct. 1860). Zunächst ist das Doppelgestell durch eine einfache Säule ersetzt worden, wodurch der Zugang zum Ambos wesentlich erleichtert wird. Da hiermit zugleich die Führung für die Hammerstange wegfällt, so erhält der Hammer seine Führung durch die Kolbenstange, welche sehr stark ist und einen länglich viereckigen Querschnitt hat; sie geht durch eine im Verhältniß zum Kolbenhube sehr hohe Büchse mit mehren Lagen Kautschuck, welche durch einen Muff von der Gestalt der Stange zusammengedrückt werden. Unterhalb des Cylinderdeckels befindet sich ein beweglicher, falscher Boden, welcher aus einer als Kolben wirkenden, schmiedeeisernen Scheibe besteht; über demselben befindet sich Dampf, der als Feder wirkt, wenn der Kolbenhub einmal überschritten wird. Der hierbei von diesem Oberdampf ausgeübte Widerstand wird dadurch vergrößert, daß die gedrückte Fläche des falschen Bodens doppelt so groß, als die gedrückte Kolbenfläche ist. Die Chabotte ruht auf einem hölzernen Untergestell, das auf Betongrund aufgelagert ist, und ist über das Hammergestelle hinaus verlängert, damit sie nicht nur eine große Auflagerungsfläche, sondern auch eine möglichst große Stabilität gewinnt. Der Körper des Hammers ist hohl und bildet, wie bei der früher beschriebenen Einrichtung, ein Dampfreservoir, in welchem der Dampf vermittelst eines Gleichgewichtsventils auf 2 Atmosphären Spannung erhalten wird.

Die Intensität der Schläge wird durch den Druck des über dem Kolben befindlichen Dampfes und die Zeitdauer, während welcher derselbe eingeführt wird, regulirt; vermittelst des oben befindlichen Schiebers, welcher sehr leicht und beliebig rasch zu handhaben ist, kann man den Eintritt des Dampfes in den Cylinder an jeder Stelle des Kolbenhubes unterbrechen, wodurch der Vortheil der Expansions-

wirkung gewonnen wird. Die Differenzen der Intensitäten, welche man den Hammerschlägen geben kann, indem man ohne oder mit Expansion arbeitet, sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt, aus der zugleich hervorgeht, daß diese Differenzen um so größer werden, je höher die Spannung des frischen Dampfes ist.

Spannung des frischen Dampfes	Hammer von 300 Kilogr.			
	Hubmaximum 0m,6		Durchschnittl. Hub 0m,4	
	Ohne Expansion	Expansion zu 2/3	Ohne Expansion	Expansion zu 2/3
Atmosphären	Kilogramm-meter	Kilogramm-meter	Kilogramm-meter	Kilogramm-meter
5	1212	808	810	540
6	1552	1168	1040	693
7	1720	1146	1143	762

Spannung des frischen Dampfes	Hammer von 1000 Kilogr.			
	Hubmaximum 0m,9		Durchschnittl. Hub 0m,6	
	Ohne Expansion	Expansion zu 2/3	Ohne Expansion	Expansion zu 2/3
Atmosphären	Kilogramm-meter	Kilogramm-meter	Kilogramm-meter	Kilogramm-meter
5	6219	4146	4140	2760
6	7966	5310	5340	3560
7	9800	6533	6510	4340

Spannung des frischen Dampfes	Hammer von 600 Kilogr.			
	Hubmaximum 0m,8		Durchschnittl. Hub 0,m53	
	Ohne Expansion	Expansion zu 2/3	Ohne Expansion	Expansion zu 2/3
Atmosphären	Kilogramm-meter	Kilogramm-meter	Kilogramm-meter	Kilogramm-meter
5	3504	2336	2321	1547
6	4499	2999	2989	1792
7	4560	3040	3020	2013

Spannung des frischen Dampfes	Hammer von 2500 Kilogr.			
	Hubmaximum 1m,2		Durchschnittl. Hub 0m,8	
	Ohne Expansion	Expansion zu 2/3	Ohne Expansion	Expansion zu 2/3
Atmosphären	Kilogramm-meter	Kilogramm-meter	Kilogramm-meter	Kilogramm-meter
5	21036	14024	14024	9349
6	27360	18240	18240	12160
7	33000	22000	22000	14667

Der von den Engländern Imray und Copeland erfundene Dampfhammer ist aus dem Repertory of Patent Inventions beschrieben im Polyt. Centralbl. 1861, Nr. 11.

Einen Dampfhammer mit beweglichen Cylindern, von den Engländern Bain und Wylie auf den Shields-Eisenwerken in Glasgow, beschreibt mit Hülfe guter Abbildungen nach dem Pract. Mechanics Journal, Mai 1861, das Polytechn. Centralbl., 1861, Nr. 13; wir verweisen darauf.

Einen Dampfhammer für leichte Arbeitsstöcke, construirt von dem Engländer Richard Peacock, beschreibt, nach dem Civil Engineer, das Polytechn. Centralbl., 1861, Nr. 20.

Ein Walzwerk mit zwei Walzenpaaren zur Erzeugung von Flacheisensorten von beliebiger Breite und Dicke zwischen den Grenzen von 3½ bis 18 Zoll und 2½ bis 3 Linien, hat ausgeführt und beschrieben der Hütteningenieur Bazant zu Reschitza, in den Rittinger'schen Erfahrungen, Jahrg. 1860, S. 39 [1]; wir theilen die Beschreibung dieses wichtigen Apparates mit Hülfe der Fig. 1—4, Taf. IV, hier mit.

Jeder ausübende Eisenhüttenmann kennt nur zu genau das Unangenehme, bei kleinen Bestellungen von verschiedenen Eisensorten häufig die Walzen wechseln zu müssen, es mindert nicht nur die Production, vermehrt den Kohlenverbrauch durch Leerheizen der Oefen, sondern belastet auch die Hütte mit bedeutenden Geldausgaben, die dem beschäftigten Personal für das Auswechseln der Walzen bezahlt werden müssen, welches letztere namentlich dann sehr zeitraubend ist, wenn keine genügenden Hebevorrichtungen zum Auslegen der Walzen vorhanden sind und wenn die Walzen, wie es namentlich bei größeren Flacheisensorten von 6″ aufwärts der Fall, ein Gewicht von circa 50—60 Centner per Stück haben. Die oben genannten Uebelstände können durch Constructionen vermieden werden, die im Prinzip aus Folgendem bestehen:

Es ist bekannt, daß Eisen, beim Durchwalzen einem vertikal wirkenden Druck zwischen horizontal liegenden Walzen ausgesetzt, seine Breite um eine gewisse Dimension ändert, und zwar vergrößert. Die Vergrößerung der Breite beim Durchwalzen hängt nicht nur von der Vertikal-Pressung, sondern auch der Beschaffenheit des

---

1) Auch Polytechn. Centralbl., Nr. 24 von 1861. Das in derselben Zeitschrift, Nr. 19, beschriebene Walzwerk von Isaak Dreyfus in Paris, hat im Allgemeinen dieselbe Einrichtung.

Eisens, aber namentlich von der ersteren ab, welche, wie zur Genüge bekannt, durch die Stellung der Druckschrauben bedingt ist und je nach Bedarf regulirt werden kann.

Die Regulirung der Breite kann aber nur durch die festbestimmten Kaliberringe der Walzen erzielt werden und hat, da nur einer bestimmten Eisensorte eine gewisse Stellung der genannten Kaliberringe entspricht, das Unangenehme, daß das oben genannte Auswechseln der Walzen für jede Eisensorte vorgenommen werden muß und die Hütte mit einer großen Anzahl von verschiedenen Walzenpaaren, d. h. einem großen Walzen-Inventar, belastet ist.

Die Verstellung der Kaliberringe (wenn selbe überhaupt möglich wäre) behufs Erzeugung beliebiger Breiten-Dimensionen, zieht eine Aenderung der beiden Walzen nach sich und ist dann, wie schon oben gesagt, nur bis zu einer sehr engen Gränze ausführbar.

Es giebt zwar Walzensysteme, welche eine Aenderung der Dicke und Breite gleichzeitig in einem Walzensysteme erlauben, und dieß sind die sogenannten S t a f f e l- oder S t u f e n w a l z e n; doch erlauben auch diese die genannten Aenderungen nur bis zu einer kleinen Gränze, die nicht leicht 3″ überschreiten darf, und welche dadurch erzielt wird, daß man einmal das zu walzende Eisen flach, das zweite Mal hochkantig zwischen horizontal liegenden Walzen laufen läßt.

Verweilen wir etwas länger bei dieser Art Walzung und geben wir uns Rechenschaft, was hierbei vorgeht, so werden wir finden, daß erstens beim ersten horizontalen Durchgang des Eisens auf dasselbe die Dicke gestellt, beim zweiten aber nach der Breite regulirt wird; betrachten wir weiter die relativen Stellungen des Eisens und der Walze, so finden wir beim ersten Durchgang die gewöhnliche Art der Walzung, beim zweiten aber einen durch horizontal liegende Walzen ausgeübten Druck auf die Breite des Eisens, welcher umgekehrt auch durch vertikal stehende verstellbare Walzen auf das flach durchgehende Eisen ausgeübt werden kann.

Denken wir uns nun die vertikal stehenden verstellbaren Walzen h i n t e r den horizontal liegenden Walzen, so haben wir das System, welches unter dem bezeichnenden Namen Universalwalzwerk bekannt ist, und welches im Nachstehenden beschrieben und durch die Zeichnung eines vom Verfasser auf dem Baron v. R o t h s c h i l d-schen Eisenwerk zu Wittkowitz ausgeführten Exemplars erläutert werden soll.

Zwischen zwei Ständern AA^1 (Taf. IV) liegen zwei horizontale Walzen BB^1, welche auf die gewöhnliche Art mit der Betriebskraft

gekuppelt sind. Die untere der horizontalen Walzen B^1 trägt an ihrem einen Ende ein Stirnrad C, welches in die am Ständer in Zapfen drehbaren Getriebe DE greift und endlich mittelst des Getriebes F die hinter den Walzen am oberen Theil der Ständer AA^1 lagernde, mit einem starken Gewinde versehene Spindel G in Rotation versetzt. Auf dieser Spindel (welche hier von Puddelstahl angefertigt ist) sitzen zwei konische Getriebe HH^1, welche in zwei andere, auf den oberen Hälsen der Vertikalwalzen KK^1 sitzende gleiche konische Getriebe LL^1 eingreifen und dadurch die Vertikalwalzen so in Rotation versetzen, daß beide das zu walzende Stück zwischen den horizontalen Walzen herauszuziehen suchen, wie es auch schon durch die Stellung der konischen Räder bedingt ist.

Die Vertikalwalzen laufen unten in Spurpfannen MM^1, welche mit Metallbüchsen NN^1 ausgefüttert sind und unten eine Stahlscheibe O haben, am oberen Ende in Halslagern PP^1; die die Zapfen umfassenden Lagerbüchsen sind zwischen je zwei starken schmiedeeisernen Schienen SS^1 verstellbar, welche an den Enden mit starken Schrauben T versehen sind, gleichzeitig als Verbindungsschrauben zum Zusammenhalten der Ständer am oberen und unteren Theil derselben dienen. Zwischen den genannten Schienen SS^1 befinden sich in der Mitte derselben an dem Ständer A zwei Muttern uu^1, Fig. 4, eingelassen, durch welche starke Schraubenspindeln vv^1 gehen, die die Verstellung der oberen und unteren Lagerpfannen bewirken.

Die bestimmte, jeder Breite entsprechende Distanz zwischen den Tangirungspunkten der Vertikalwalzen, welche mit Rücksicht auf Schwindung die Breite des zu walzenden Eisens giebt, wird durch Beilegen von Gußeisen, die feineren Abstufungen durch Beilegen von schwachen Blechstreifen bestimmt und kann vollkommen genau regulirt werden.

Durch die jedesmalige Verstellung der Vertikalwalzen kommen die konischen Räder H^1L und HL^1 in unrichtigen Eingriff, müssen daher jeder Breite entsprechend gestellt werden. Zu diesem Behufe hat die schon oben genannte Spindel G ein starkes Gewinde, ferner eine durchlaufende Nuth, jedes der Getriebe aber vier Keilnuthen, so daß bei jeder Drehung des Rades um 90° eine Radnuth über die Wellnuth zu stehen kommt, um den Befestigungskeil feststellen zu können.

Das Gewinde, welches die Spindel trägt, ist nicht absolut nöthig, da eine einfache Verschiebung des Rades längs der Welle dem Zweck ebenfalls vollkommen entsprechen würde (falls kein Gewinde

vorhanden ist); es läßt sich aber die Verstellung der Räder durch einfache Drehung der Räder wegen der durch das Gewinde bewirkten Vorwärtsschreitung leichter und schneller ausführen.

Die Stellung des horizontal liegenden Walzenpaares BB[1] läßt sich wie bei gewöhnlichen Blechwalzwerken bewerkstelligen, und zu diesem Behufe trägt jede der Druckschrauben xx' ein konisches Rad yy', sowie eine Büchse zz, letztere dienen einer Welle a, welche gleichfalls zwei kleinere konische Getriebe bb[1] trägt, als Lager; endlich ist das eine Ende der Welle a mit einem Stellrad c versehen, mittelst welchem von einer Bühne d die Stellung der horizontalen Walzen während des Walzens bewerkstelligt wird. Selbstverständlich ist die obere Walze B balancirt, und zwar durch die Gewichte, welche mittelst eines Hebelapparats e und der beiden Stangen ff[1] auf das untere Lager g der Oberwalze wirken. Der ganze Apparat steht auf einer starken Fundamentplatte h, welche ihrerseits auf einem andern Fundament k mit sechs starken Schrauben ll befestigt ist.

Bei dem praktischen Betrieb zeigte es sich, daß bei dem oben angeführten Stellapparat beim Einlassen die Schrauben xx' etwas zurückgehen, und wurde zur Vermeidung dieses Uebelstandes die kleine Welle a auf der einen Seite mit einem Sperrrad versehen, welches in der Zeichnung ausgelassen ist, wodurch der Uebelstand gänzlich beseitigt wurde.

Schließlich muß noch eines sehr wesentlichen Punktes erwähnt werden, durch dessen Vernachlässigung der ganze Apparat in Unordnung, ja sogar zum Bruch kommen kann: Beim Durchgang des Eisens zwischen den horizontalen Walzen üben dieselben einen bedeutenden Druck auf das Eisen aus, welcher beim Auslassen des Eisens gänzlich aufhört; da aber die Vertikalwalzen von dem Mittel- oder resp. Tangirungspunkte der horizontalen ca. 18 Zoll entfernt sind, so üben dieselben auf das letzte durchlaufende Ende des bereits zwischen den horizontalen Walzen bearbeiteten Eisens noch immer einen Seitendruck aus, d. h. die vertikalen Walzen sind noch in der Arbeit begriffen, während die horizontalen bereits leer laufen, somit auch sämmtliche Transmissionstheile, welche die Bewegung der unteren horizontalen Walze auf die vertikalen übertragen, in voller Kraftäußerung; die Rotationsrichtung des ersten Getriebes C an der unteren horizontalen Walze ist aber eine derartige, daß es sich bei Kraftäußerung zu heben sucht und dies namentlich beim Durchgang des einen Endes des zu walzenden Stückes, wobei die horizontale Walze nur als vermittelnder Theil auftreten kann, und auch die das

Getriebe tragende Walze B¹ gehoben wird. Es muß daher der Zapfen der unteren horizontalen Walze an der Seite der Räder durch einen starken schmiedeeisernen, unten mit einem Metalllager versehenen Bügel m niedergehalten oder am Heben gehindert werden, damit das Getriebe C im richtigen Eingriff verbleibe.

Außerdem sollen die sämmtlichen Räder, wenn auch nicht appretirt, so wenigstens sehr genau und aus festem zähen Guß (am besten Kupolofenguß, mit ca. 15 bis 25 Proz. Schmiedeeisenabfällen versetzt) bestehen, kleines Spiel, somit genauen Eingriff haben, da nach dem Durchgang des Eisens zwischen den Walzen Stöße in den Getrieben nicht zu vermeiden sind.

Außer diesem hier mitgetheilten Arrangement läßt sich die Bewegung der Walze auch direkt durch blos ein Rad auf die horizontal liegende Spindel G übertragen; dann muß aber dieselbe unter den Vertikalwalzen lagern und letztere von unten antreiben. Es ist dies jedenfalls einfacher, hat aber auch andererseits seine Schwierigkeiten in der Ausführung, und behält sich der Verfasser vor, über diese Anordnung vielleicht später eine Mittheilung zu machen.

Die Grenzen, zwischen welchen Eisen mit dem genannten Walzwerk erzeugt werden kann, sind namentlich von der Dicke der zu walzenden Stäbe abhängig und steigern sich die Schwierigkeiten bei geringer Stärke des Eisens gegenüber der Breite. Im Allgemeinen kann man sagen, daß die Breite das 25fache der Dicke nicht überschreiten und die geringste Dicke für größere Dimensionen über 4 Zoll Breite wohl nicht leicht unter $2\frac{1}{2}$ Linien sein darf, da dann das Eisen beim Durchgang zwischen den Vertikalwalzen nach der Breite gebogen erscheint; doch lassen sich bei großer Aufmerksamkeit auch 2 Linien starke Flacheisensorten erzeugen. In der vorgeführten Zeichnung liegen die Grenzen der Breite zwischen 3 Zoll und 18 Zoll, die der Stärke zwischen 3 Linien und 2 Zoll.

Beim Walzen ist namentlich darauf zu sehen, daß 1) die horizontalen Walzen (jede für sich) gleichen Diameter haben und wirklich horizontal liegen; 2) daß insbesondere die Führungen auf der Einlaßseite ziemlich lang und genau senkrecht auf der Längenrichtung der Horizontalwalzen stehen.

Die zu walzenden Packete müssen stets eine um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll geringere Breite, als die Distanz der Vertikalwalzen ist, haben, und sind besonders die letzten Durchgänge mit einer sehr geringen Pressung zwischen den Horizontalwalzen zu bewerkstelligen, damit das schon beinahe fertige Walzprodukt nicht zu sehr ausgebreitet, in der

Vertikalwalze keinem zu starken Seitendruck ausgesetzt werde, wodurch dasselbe an den Kanten der Längenseiten aufgestaucht und dadurch eine etwas größere Dicke als in der Mitte bekommt; doch läßt sich dieser Uebelstand, wie schon früher bemerkt, durch ein öftermaliges Durchwalzen unter geringem Druck auf ein Minimum reduciren und verschwindet bei größeren Sorten gänzlich.

Betreffs der Geschwindigkeit bei den Walzenpaaren muß noch bemerkt werden, daß die vertikalen Walzen eine etwas größere Umfangsgeschwindigkeit als die horizontalen Walzen haben sollen, was durch die Vergrößerung der Diameter um 1 $^1/_2$ bis 2 Zoll erzielt ist; für jeden Fall müssen die Vertikalwalzen (für starkes Eisen) einen bedeutenden Diameter erhalten, damit man den beiden an dem oberen Ende der Vertikalwalzen KK[1] sitzenden konischen Getrieben LL einen entsprechenden Diameter ertheilen könne, widrigenfalls man so schwache Zahnstärken erhält, daß die genannten Räder häufigen Brüchen ausgesetzt sind.

Beim Wechseln der Breiten hat man die Druckschrauben VV[1] zu lüften, schiebt mit Brechstangen die Walzen aus einander, wechselt die Beilagen oben und unten und verstellt endlich die oberen konischen Räder. Die ganze Operation nimmt bei einiger Fertigkeit des Arbeitspersonals kaum mehr als 15 bis 20 Minuten in Anspruch, kann daher sehr leicht zwischen je zwei Hitzen ausgeführt werden.

Das gewalzte Produkt wird bei nur einiger Aufmerksamkeit so schön, gerade und scharfkantig, daß jede weitere Bearbeitung für gewisse Zwecke, z. B. Brückenbauten 2c., zu welchen Arbeiten es namentlich zu empfehlen ist, unterbleiben kann.

Ueber Fabrikation der Eisenbahnschienen macht das Polytechnische Journal, Bd. 160, S. 189, aus der Schweizerischen polytechnischen Zeitschrift, 1861, Bd. VI, S. 1, nachstehende Mittheilung: — Die schweizerischen Eisenbahnen haben ihren Bedarf an Schienen zum bei weitem größten Theil aus England bezogen. Ziemlich allgemein ist wohl die Erfahrung gemacht, daß die englischen Schienen, wie sie gewöhnlich fabricirt werden, dem starken Drucke der Treibräder der Lokomotiven, welcher durch die Steigungen der schweizerischen Bahnen nothwendig bedingt ist, nicht hinreichend widerstehen und in verhältnißmäßig kurzer Zeit zu Grunde gehen. Die Schienen werden nämlich nicht durch eigentliche Abnutzung unbrauchbar, sondern in den bei weitem meisten Fällen durch Zerquet-

schen des Schienenkopfes [1]). Die bessere Eisenschicht (in England Eisen Nr. 2 genannt), aus welcher der oberste Theil des Schienenkopfs besteht, wird durch die darüber rollenden schweren Locomotivräder wie durch eine Walze platt gedrückt, und dehnt sich dabei, da ein Ausweichen der Eisentheilchen nach der Längenrichtung der Schiene nicht leicht möglich ist, nach der Breite aus; es bildet sich am Schienenkopf eine seitliche Ausbauchung, welche immer stärker wird und bald die Auswechslung der Schienen nöthig macht. Untersucht man eine solche ausgebauchte Schiene näher, so findet man schon durch bloßes Untergreifen mit der Hand unter den Schienenkopf, daß sich die aus besserem Eisen bestehende Deckschicht des Kopfes, indem sie durch die Locomotivräder breitgewalzt wurde, von dem Körper der Schiene abgelöst hat (Fig. 5, Taf. IV), und es läßt sich diese Deckschicht, wenn die Schiene senkrecht durchschnitten wird, vollständig abschälen. Nicht selten entsteht auch bei dem Breitdrücken ein Längenriß mitten auf dem Schienenkopf, welcher aber nur durch die Deckschicht hindurchgeht. Offenbar hat hier eine unvollständige Schweißung zwischen den beiden Eisensorten stattgefunden, und dieser Umstand befördert ohne Zweifel sehr das Plattdrücken des Schienenkopfes.

Eine Vergleichung der Anzahl der ausgewechselten Schienen auf

1) Diese Art des Unbrauchbarwerdens der Schienen wird ganz besonders durch die für manchen Ingenieur vielleicht überraschende Erfahrung bestätigt, daß auf dem Hauensteinübergang zwischen Läufelfingen und Olten (südlicher Abhang), wo die Bahn ihre stärkste Steigung hat, dasjenige Geleise, auf welchem aufwärts gefahren wird, einen ungleich stärkern Abgang an Schienen aufweist als das beim Abwärtsfahren benützte Geleise, obschon letzteres beinahe ein halbes Jahr älter ist und anfänglich (im Hauensteintunnel war damals nur ein Geleise gelegt) in beiden Richtungen befahren wurde. Wenn die Schienen durch Abnutzung zu Grunde gingen, so müßte offenbar das abwärts befahrene Geleise, auf welchem die Züge stets vollständig gebremst fahren und ein Schleifen der Räder auf den Schienen nicht selten vorkommt, mehr leiden. Da aber ein Zerquetschen des Schienenkopfes stattfindet, so erklärt sich die stärkere Beanspruchung der Schienen durch das Bergauffahren. Beim Abwärtsfahren arbeitet nämlich die Maschine gar nicht, der Druck der Treibräder auf die Schienen ist daher ein constanter, bedingt durch das Gewicht der Locomotive und die Vertheilung dieses Gewichts auf die Treibräder. Beim Aufwärtsfahren dagegen, wo die Maschine stets mit voller Kraft arbeitet, kommt bei gewissen Stellungen der Kurbel noch ein Theil des von der Maschine auf die Kurbel ausgeübten Druckes zu der gewöhnlichen Belastung der Treibräder hinzu, der Druck dieser Räder auf die Schienen wird dadurch zeitweise bedeutend vermehrt, und daher ohne Zweifel das auf dem erwähnten Geleise ganz ungewöhnlich häufig vorkommende Breitdrücken der Schienenköpfe.

der schweizerischen Centralbahn und auf den angrenzenden Strecken der französischen Ostbahn zeigt, daß letztere bei gleich alten Gleisen und bei mindestens eben so starkem Verkehr ganz unverhältnißmäßig weniger Abgang an Schienen hat. Theilweise mag dies der im Allgemeinen schwächeren Belastung der Triebräder auf der französischen Bahn zuzuschreiben sein; der hauptsächlichste Grund ist aber ohne Zweifel in der zweckmäßigeren Fabrikationsweise der französischen Schienen zu suchen. Da England nebst vielen schlechten Eisen bekanntlich auch sehr gute producirt, so ließen sich ohne Zweifel auch in England durch eine zweckmäßigere Fabrikationsmethode Schienen von größerer Widerstandsfähigkeit gegen starke Belastungen erzeugen. Wir theilen einen darauf bezüglichen Bericht mit, welchen Hr. J. J. Bodmer aus Zürich am Ende des Jahres 1859 an die Verwaltung der schweizerischen Centralbahn eingesandt hat und welcher in hohem Grade Beachtung zu verdienen scheint. Hr. Bodmer hatte im genannten Jahre eine Partie Schienen für die schweizerische Centralbahn übernommen, welche von den Herren Gebr. Bailey geliefert und in dem Eisenwerk Aberaman (Glamorganshire) fabricirt wurden, und hatte früher das gleiche Geschäft während längerer Zeit für die schweizerische Nordostbahn besorgt. Dieser Bericht lautet wie folgt:

„Alle Vorschriften und Verträge für Schienenlieferungen enthalten die Bedingung, daß nur bestes Wales-Eisen für die Schienen verwendet werde; Niemand aber fühlt sich dadurch gebunden, sondern die allermeisten oder wohl alle Werke verwenden ihre geringsten Sorten zu Puddelstäben für Schienenpackete. Die Hohöfen werden nie gaar gehalten, sondern auf möglichst großen Ertrag an weißem Eisen getrieben, wozu beim Puddeln nur gerade so viel raffinirtes beigesetzt wird, als nöthig ist, um die Luppen nach dem Zängen das Walzen aushalten zu machen.

„Es ist nun allerdings selbst diese geringe Qualität gut genug für den Körper der Schienen, was alle Schlag- und Belastungsproben beweisen; aber es wäre rein unmöglich, den Kopf der Schienen daraus zu walzen. Die Behandlung des Materials nun, aus welchem der Kopf der Schienen gemacht wird, ist also eine Hauptsache. Schreibt das Bedingnißheft hierüber nichts vor und ist nicht eine mehrjährige Garantie der Schienen verlangt, so wird dieser wichtigste Theil oft total vernachlässigt, und der gewissenhafteste Agent, wenn ihm anders diese Details zu bestimmen nicht die Vollmacht gegeben ist, kann keine dauerhaften Schienen erhalten oder sich sichern.

„Alle mir bekannten Werke, mit Ausnahme eines einzigen

(Blaenavon), befolgen die Methode, eine Kopf- oder Deckplatte von sogenanntem Eisen Nr. 2 (best) zu verwenden, wie es auch beinahe alle Bedingnißhefte vorschreiben. Diese Deckplatten aber werden auf gar verschiedene Weise fabricirt. Eine oft vorkommende und jedenfalls verwerfliche Methode ist folgende (Fig. 5a): Eine oberste Lage von zwei Puddelstäben weicherer Qualität deckt zwei Lagen oder auch nur eine von ordinären Stäben, und unter diesen liegt, eingeschalt von zwei Seitenstäben und einigen ordinären Stäben als Boden des Packetes, ein Gemenge von allen möglichen Abgangsstücken und Brocken. Es werden da große rohe Endstücke von Puddelstäben, oft kaum besser als Luppenabfälle, eingefüllt, zusammen mit dünnen und dicken Kleineisenstücken, alten Schrauben und Muttern, Blechabschnitten und Allem möglichen. Für stärkere Platten werden auch die Packete etwas höher gehalten (Fig. 6); allein so lange die Masse der Packete oder auch nur ein kleinerer Theil derselben aus den allerheterogensten Bestandtheilchen besteht, ist eine rechte Schweißung unmöglich, und wenn auch die Fläche gesund aussieht und glatt ist, so muß doch immer die Möglichkeit spätern Abschälens und Ausschiefers in hohem Grade vorausgesetzt werden. Es kann ferner eine Deckplatte aus solchem Packete nie ganz dicht sein, und wird sich nach und nach ausdehnen unter dem Gewichte der Räder und zerdrückt werden. Deckplattenpackete aus Schienenstücken und Puddelstäben zusammengesetzt, sind schon bedeutend besser, und es werden solche auf gar mancherlei Weise gebildet (Fig. 7 und 8), je nachdem mehr von der einen oder andern Art vorhanden, ohne Preisunterschied. Die solidesten Deckplatten dieser Art werden ohne Zweifel solche sein, die aus den dichtesten Packeten gewalzt werden; allein auch die besten haben nach meiner Ansicht zwei Nachtheile. Erstlich, so lange die Deckplatten aus Packeten von vielen Lagen gewalzt werden, muß auch immer ein Theil derselben blättrig werden, und zweitens ändert sich die Natur des Eisens durch zweimalige Schweißhitze und Ausstrecken so sehr, daß nachher eine gesunde kräftige Schweißung desselben mit den darunter liegenden Puddelstäben gar nicht mehr wahrscheinlich ist.

„Um dem letztgenannten Uebelstande auszuweichen, hat der kürzlich verstorbene Ingenieur Brunel einen Theil seiner Schienen aus lauter Eisen Nr. 2 machen lassen, und das Schienenpacket bestand aus vier dicken Platten von 2 Zoll. Diese nun hatten allerdings den Vortheil, daß sie eine hohe Schweißhitze aushielten; allein die Fabrikationskosten sind sehr bedeutend. Es kann aber zu geringerem

Preise der gleiche Zweck und zwar viel vollständiger erreicht werden, durch Packete nur aus Puddeleisen bestehend.

„Es wird von Jahr zu Jahr mehr meine Ueberzeugung, daß die dauerhaftesten Schienen (Stahlschienen ausgenommen) solche aus lauter Puddeleisen sind. Wie schon bemerkt, ist die ganze Fabrikation der meisten Werke auf Produktion geringen Eisens für Schienen eingerichtet, und es ist natürlich, daß sich dieselben nicht gerne dazu entschließen, Kopfstäbe aus gutem Puddeleisen von andern Werken zu kaufen, statt die Abfälle der eigenen Fabrikation dazu verwenden zu können.

„Blaenavon und vielleicht auch Pontypool liefern ein Puddeleisen, das sich vortrefflich zu Kopfstäben gebrauchen läßt, und in Blaenavon werden gar keine anderen Schienen gemacht als solche aus lauter Puddeleisen. Es wird da im Hohofen schon auf gaare und kräftige Eisensorten hingearbeitet, und das Puddeln sorgfältig betrieben. Bei der Fabrikation von Kopfstäben wird die Luppe unter dem Hammer (nicht wie auf anderen Werken bloß unter der Quetsche) etwas flach geschlagen, eine zweite Luppe gleich behandelt und auf die erste gelegt, und beide zusammen sofort zur Platte ausgestreckt; zuweilen kommt die Platte, um die Dimension genau zu bekommen, noch einmal in den Schweißofen, und es wird ihr unter den Walzen das genaue Maß gegeben. Auf diese Weise hat man im Schienenpackete nur Eisen einerlei Natur: die Schweißhitze kann die beiden Theile des Packetes nicht ungleich afficiren; es kann nicht, wie bei ordinären Packeten, der Puddelstab fast verbrannt werden, bevor die Kopfplatte hinlänglich erwärmt ist; es kann auch durchaus kein Abblättern des Schienenkopfes vorkommen, weil er nicht aus Schichten besteht, sondern eine gesunde Masse ist.

„Solche Schienen könnten auch Bailey's Werke machen, wenn denselben etwas für den Preisunterschied zwischen Blaenavon-Eisen und ihren eigenen Kopfplatten vergütet würde, und man könnte versichert sein, daß sich dergleichen Schienen durch ihre kräftige Härte und ihre Dauerhaftigkeit doppelt bezahlen würden."

Ueber die Benutzung der Ueberhitze zum Ausglühen des Eisendrahtes in Drahtfabriken, macht Herr C. Ebenhöch, in Stamm's neuesten Erfindungen, 1860, Nr. 40, nachstehende Mittheilung: — Der Verfasser suchte den sehr bedeutenden Brennmaterialverbrauch, der zum Ausglühen des Drahtes in einer von ihm geleiteten Drahtfabrik erfolgte möglichst zu erleichtern und zugleich den Zweck damit zu verbinden, daß das ganze nöthige Quantum an

Draht geglüht werden kann, was bei den frühern Oefen nicht zu erlangen war.

Die aus dem Schweiß- respective Glühofen für die Drahteisenstangen in die Esse entweichende Ueberhitze für diesen Zweck zu benutzen, machte sich der Verfasser zur Aufgabe, und es gelang ihm in folgender Weise allen Anforderungen zu entsprechen. Er ließ den Glühofen für die Drahteisenstangen in der gewöhnlichen Art mit seinem Boden 4′ 3″ über der Hüttensohle aufbauen; anstoßend an diesen, der Feuerbrücke gegenüber, brachte er den Ausglühofen an, dessen Gewölbe mit jenem des Glühofens in gleicher Höhe, und unverändert, bis ans Ende des Ofens fortlief. Die Sohle dieses Ofens war jedoch mit der Hüttensohle gleich, so daß der Ofen bei einer Breite von 6½ Fuß und 9½ Fuß Länge eine Höhe von 5 Fuß hatte, und ein rechtwinkliges längliches Viereck mit flacher Ueberwölbung vorstellte.

Der durch den Fuchs des Eisenglühofens in diesen Ausglühöfen einströmenden Ueberhitze gab Ebenhöch den Austritt durch einen, an der Sohle dieses Ofens, in der an der Esse gelegenen Seite angebrachten Fuchs, respective Zuglöcher, denen er durch Zusammenstellen immer zweier Ziegel eine Pyramidenform gab, so daß für diesen Ofen vier derartige Zuglöcher nöthig waren.

Das Einströmen der Ueberhitze von dem vorliegenden Ofen war mittelst Schieber zu sperren, und dann ging die Hitze durch einen besonderen Kanal direkt in die Esse, während bei Thätigkeit des Ofens durch Schluß des Kanals und Oeffnen des Schiebers die ganze Ueberhitze in den Ausglühofen eindringen mußte, und durch die angebrachten Zuglöcher genöthigt war, sich im ganzen Ofen gleichmäßig zu vertheilen.

An der breiten Seite des Ofens ließ er ein Flügelthor von 6½ Fuß Breite und 4½ Fuß Höhe zum Aus- und Einführen der Drahtcylinder anbringen.

Die Ausglühcylinder für die Drähte ließ er kleiner construiren, und zwar nur 3 Fuß hoch und 2½ Fuß Durchmesser, so daß hiervon 6 Stück im Ausglühofen Platz hatten. Es konnten 4 bis 5 Centner in so einen Cylinder gepackt werden. War nun das Einpacken der Drähte bewerkstelligt, so wurden die Cylinder mittelst eines Gabelhebelwagens in den Ofen eingeführt und das Thor sorgfältig geschlossen, die Hitze eingelassen. Nach Verlauf von höchstens 4 Stunden war der Draht in sämmtlichen sechs Cylindern hinlänglich geglüht, und es wurde der Schieber zugemacht und die Hitze in den

Kanal abgeleitet. Jetzt ließ er die Cylinder noch 1 Stunde im Ofen stehen, und dann in dunkelbrauner Hitze ausfahren, aber auch gleich wieder andere sechs einfahren und den Ofen in Thätigkeit setzen. Die ausgefahrenen Cylinder blieben bis zu ihrem gänzlichen Erkalten in der Hütte stehen, und wurden dann gleich wieder verwendet.

Durch dieses Verfahren erzielte Ebenhöch gänzliche Brennstoffersparung und die Möglichkeit, täglich mehr als 120 Ctr. Drähte glühen zu können, ohne bei dem Eisenglühofen mehr Brennmaterial zu verbrauchen, oder dessen Betrieb zu hemmen.

Viertes Kapitel.

Die Stahlfabrikation.

I. Eigenschaften des Stahls.

Indem wir uns auf das weiter oben beim Roheisen darüber Gesagte beziehen, theilen wir hier einige wichtige neuere Arbeiten über den Gegenstand mit:

Ueber die chemische Zusammensetzung des Stahls sagt der Berggeist, 1861, Nr. 48, Folgendes: — Wir theilen hier zuvörderst einen von Dr. A. Bauer im Niederösterreichischen Gewerbeverein gehaltenen Vortrag über die in neuester Zeit vielerwähnte Fremy'sche Theorie der Zusammensetzung des Stahls mit Weglassung nur weniger Stellen mit. Herr Dr. Bauer berührt in seinem Vortrag auch die von Caron angestellten Untersuchungen bezüglich desselben Gegenstandes. Später wollen wir dann noch Andere ihre Meinung über die Entdeckungen Fremy's und Caron's äußern lassen.

Es ist von außerordentlicher Wichtigkeit, die chemische Zusammensetzung des Stahls näher kennen zu lernen, denn so lange man nicht darüber im Klaren ist, welche Nebenbestandtheile erforderlich sind, um den Eisen die Eigenschaften des Stahls zu verleihen, kann es nie gelingen, je nach Willkühr ein und dieselbe Sorte Stahl zu erzeugen. Die ausgedehnte Anwendung, die der Stahl in neuester Zeit zur Herstellung von Waffen gefunden hat, und die hohen Anforderungen, die an die Güte desselben, besonders bei seiner Anwendung zu Kanonen, gemacht werden, sind in hohem Grade geeignet zu Untersuchungen über dieses Material anzuspornen. Wie groß die Verschiedenheiten in den Ansichten hierüber sind, fällt sogleich auf, wenn man die Urtheile verschiedener Fachmänner nachsieht.

So heißt es z. B. in Muspratt-Stohmann's Chemie: „Der Stahl theilt mit dem Roheisen die Schmelzbarkeit und mit dem Stabeisen die Schweißbarkeit, unterscheidet sich aber von beiden hauptsächlich durch seinen Kohlenstoffgehalt und die Eigenschaft, im glühenden Zustande abgekühlt, sehr hart zu werden und zwar um so mehr, je stärker das Erkalten stattfindet"... „Der Stahl enthält keinen Graphit, sondern nur chemisch gebundenen Kohlenstoff . . ." — Daß der Kohlengehalt allein nicht hinreicht, um Eisen zu Stahl zu machen, dieß ist eine schon von vielen Chemikern und Metallurgen erkannte Thatsache. Man weiß, daß der Stahl neben dem Kohlenstoff noch eine ganze Reihe anderer Körper enthält, und unter diesen war es schon seit geraumer Zeit der Stickstoff, der die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gelenkt hat.

Binks schon hält einen Stickstoffgehalt für einen wesentlichen Bestandtheil des Stahls; er fand denselben jedoch nur in sehr geringer Menge darin. Sounderson hat zuerst die Ansicht ausgesprochen, daß der Uebergang von weichem Eisen in Stahl auf der gleichzeitigen Wirkung von Kohlenstoff und Stickstoff beruhe. Es folgt dieß schon daraus, daß nach seinen Beobachtungen Schmiedeeisen durch bloßes Erhitzen mit Kohlenstaub nicht zu Stahl wird, wenn nicht gleichzeitig Luft hinzutreten kann. Eine Reihe anderer Versuche, so namentlich die Bildung von Stahl bei gleichzeitiger Einwirkung von Kohlenwasserstoffen und von Ammoniak auf weiches Eisen, bestätigen seine Ansicht. Marchand fand in Roheisen und Stahl nur so wenig Stickstoff (0,02%), daß er ausspricht, ein Stickstoffgehalt des Stahls sei nicht mit Sicherheit anzunehmen, während Schafhäutl in vielen englischen weißen Roheisensorten Stickstoff nachgewiesen und den Stickstoffgehalt für Roheisen, Stahl und Spiegeleisen zu 0,5 — 1,2% angegeben hat, spricht jedoch die Ansicht aus, daß nicht alle Roheisensorten Stickstoff enthalten.

Daß der Stickstoff mit dem Eisen eine Verbindung zu bilden im Stande ist, darüber herrscht lange kein Zweifel mehr. Wird Ammoniak über rothglühenden Eisendraht geleitet, so wird es theilweise unter Bildung von Stickstoffeisen aufgenommen. Dieses ist weiß, krystallinisch und spröde. Beim Erhitzen desselben in einem Strom von Wasserstoffgas wird unter Ammoniakbildung die Verbindung zerlegt, beim Auflösen in verdünnter Schwefelsäure wird Stickstoff und Wasserstoff entwickelt und ein Ammoniaksalz gebildet. Wenn man über Eisenchlorür bei Rothglühhitze Ammoniakgas streichen läßt, so wird ebenfalls weißes silberglänzendes Stickstoffeisen gebildet.

Ueber die Menge des in diesem Stickstoffeisen gebundenen Stickstoffes liegen die verschiedensten Angaben vor: nach Buff beträgt sie 6%, nach Despretz 7—11½% und nach Regnault gar 12 bis 13 Theile. Unter gewissen Umständen scheint indeß die Bildung von Stickstoffeisen beim Darüberleiten von Ammoniak über Eisen eine vorübergehende zu sein, da das Eisen manchmal bei der Gelegenheit wohl in seiner Eigenschaft verändert wird, aber nicht an Gewicht zunimmt.

Selbst über die Art der Aufnahme des Kohlenstoffes, über dessen Gegenwart im Stahl längst alle Zweifel behoben sind, lauten die Angaben verschieden. Während die Einen meinen, die Kohle verbinde sich direkt mit dem Eisen, nehmen die Andern an, daß nur Kohlenstoff als Bestandtheil einer gasförmigen Verbindung (als Kohlenwasserstoff etwa) mit dem Eisen in Verbindung treten kann. Laurent nimmt sogar an, daß sich der Kohlenstoff selbst bei der Stahlbereitung verflüchtigt und so mit dem Eisen in Verbindung tritt.

Herr Caron hat in jüngster Zeit die Ansicht zur Geltung gebracht, daß die Cementation neben einer Kohlung auf der Bildung einer Cyan-Verbindung beruhe; er überzeugte sich, daß, wenn Eisen mit Kohle in einem Strom von Wasserstoffgas, Stickstoffgas, Luft oder ölbildendem Gase erhitzt wird, keine Cementation eintritt, während dieß sogleich der Fall ist, wenn statt der obengenannten Gase, Ammoniakgas über das mit Kohle in Berührung gebrachte Eisen geleitet wird. Dieß kann aber nur in der Bildung von Cyan-Ammonium seinen Grund haben, welches entsteht, wenn Ammoniak über glühende Kohlen geleitet wird. Daß diese Ansicht richtig ist, wurde dadurch bewiesen, daß Eisen unter dem bloßen Einflusse von Cyan-Ammonium, ja von Cyan-Alkalien überhaupt, cementirt wird.

Es erhellt nun sowohl aus diesen, als aus Fremy's Untersuchungen, daß Stickstoff zur Stahlbildung erforderlich sei; in welcher Form aber derselbe im Eisen sich befindet, darüber sind wir bisher noch nicht im Klaren. Es kann indeß angenommen werden, daß sowohl im Schmiedeeisen, als im Stahl, das Eisen neben dem Kohlenstoff und einigen andern Metallen und Metalloiden noch Stickstoff (der als Cyan, oder ein dem Cyan sehr ähnlicher Körper vorhanden ist) enthält.

Fremy hat durch seine Untersuchung dargethan, daß durch Erhitzen von Eisen in einem Strom von Leuchtgas (also einem Ge-

menge von Kohlenwasserstoffen) allerdings eine Kohlung des Eisens, nie aber eine Cementation desselben eintritt. Diese findet jedoch sogleich statt, wenn anstatt reines Eisen, Stickstoffeisen dem Einflusse des Leuchtgases bei höherer Temperatur ausgesetzt wurde. Die Cementation ist dann um so vollständiger, je mehr das Eisen Stickstoff anzunehmen Gelegenheit hatte. Die Stahlbildung tritt sogleich ein, wenn man über glühendes Eisen ein Gemenge von Ammoniakgas und Leuchtgas streichen läßt.

Da es auch nach der Ausführung dieses Experimentes möglich war, anzunehmen, daß der Stickstoff nur dazu vorhanden ist, um die Kohle dem Eisen in einer zum Eingehen einer Verbindung entsprechenden Form zu präsentiren, so mußte die Gegenwart des Stickstoffes selbst in dem cementirten Eisen nachgewiesen werden. Dieß gelang auch vollkommen, indem der auf oben angegebene Art bereitete Stahl, im Wasserstoffgasstrom geglüht zur Bildung einer reichlichen Menge von Ammoniak Anlaß gab. Mehrere Stahlsorten des Handels von den verschiedensten Bezugsquellen lieferten, im Wasserstoffgas erhitzt, ebenfalls Ammoniak.

Es entsteht noch die Frage, in welcher Form bei den oben angegebenen Versuchen, der Stickstoff sich dem Eisen mitgetheilt hat, ob durch Erhitzen des Ammoniaks mit Kohle, wie dieß Langlois nachgewiesen, Cyan-Ammonium gebildet wurde und mithin die Theorie dieser Cementation identisch mit der von Caron angegebenen ist, welche, wie oben gesagt wurde, auf der Wirkung von Cyan-Alkalien beruht. So viel ist aber gewiß, die neueren Untersuchungen haben bewiesen, daß der Stickstoff zur Cementation absolut nothwendig ist.

Es ist nicht unmöglich, daß die Cementations-Methode durch ein Gasgemenge von Ammoniak und Leuchtgas an und für sich in gewissen Fällen in der Industrie wird Platz greifen können; dort z. B. wo es sich blos um die Cementation von gewissen Theilen an Instrumenten ꝛc. handelt. Die Tiefe der zu bildenden Stahlschicht kann bei der Cementation mit Gas genau regulirt werden.

Jedenfalls aber wird durch Ergründung der wahren Ursache der Stahlbildung durch die wissenschaftliche Chemie dem praktischen Metallurgen das Mittel an die Hand gegeben, den ganzen Prozeß in seine Gewalt zu bekommen. Es dürften diese Untersuchungen jedenfalls geeignet sein, ein Licht über manche bisher gemachten empirischen Beobachtungen zu verbreiten, und wir vernehmen, daß die Versuche eifrig fortgesetzt und auch auf das Stadium der anderen, im Stahl oder Eisen neben Kohle und Stickstoff vorhandenen Grund-

stoffe ausgedehnt werden. Die Rolle des Stickstoffeisens ist, wie Fremy in einer vorläufigen Notiz mittheilt, eine zweifache. Neben der einen, chemischen nämlich, ist noch eine mechanische Wirkung vorhanden, welche darin besteht, daß das Stickstoffeisen durch die vorhandenen Wasserstoff-Verbindungen reducirt wird, wodurch das Eisen eine gewisse Porosität erhält und dadurch den gekohlten Gasen der Eintritt in die metallische Masse gestattet wird.

Der außerordentliche Vortheil, den das Bessemer'sche Verfahren zur Stahlerzeugung bietet, mag dem Gesagten zufolge auch in der Bildung von Stickstoffeisen durch Intervention des Stickstoffes der atmosphärischen Luft seinen Grund haben. Nach den Mittheilungen des k. k. Sectionsrath Tunner gelingt es nach dem zu Edsken in Schweden gemachten Versuch gerade nach dieser Methode, beliebig härteren und weicheren Stahl zu erzeugen.

Zur Stahltheorie von Fremy macht der Berggeist, 1861, Nr. 49, folgende Bemerkungen: — Nachstehend geben wir im Anschluß an den dasselbe Thema behandelnden vorhergehenden Vortrag des Hrn. Dr. Bauer einige Bemerkungen wieder, welche Herr Dr. H. Schwarz in der „Schlesischen Wochenschrift" über die Fremy'sche Stahltheorie machte. Andere Erörterungen des Gegenstandes werden wir folgen lassen.

In neuerer Zeit sind alle französischen wissenschaftlichen Journale voll von der durch Fremy entdeckten neuen Theorie der Zusammensetzung des Stahls, und ihre Collegen in England und bei uns haben in der ersten Ueberraschung dieser Entdeckung beigestimmt. Jetzt indessen fängt man an, sich ernüchtert zu fühlen und zu bemerken, daß der französische Gelehrte im Wesentlichen nur altbekannte Thatsachen wieder angeführt hat, ohne die Verdienste anderer Gelehrten irgendwie zu erwähnen. Die streng mathematisch geschlossene Form des Beweises, die elegante Art der Darstellung, das Talent, durch eine geschickte Reclame die Aufmerksamkeit des Publikums auf den betreffenden Gegenstand zu lenken, ist ein den Franzosen im Allgemeinen, und auch Herrn Fremy gebührender großer Vorzug, um den wir Deutsche sie sehr beneiden könnten.

Herr Fremy stellt folgende Sätze auf:

1. Schmiedeeisen ist mehr oder weniger reines Eisen. Es ist um so weicher, je weniger Verunreinigungen es enthält.

2. Roheisen ist Eisen mit mehr oder weniger Kohlenstoff.

3. Stahl ist Eisen, Stickstoff und Kohlenstoff. Fremy nennt ihn daher fer azoto-carburé, stickstoff-gekohltes Eisen.

Herr Fremy gründet seine Thesen auf folgende Versuche:
a. Rothglühendes Eisen, einem Strome von Ammoniakgas ausgesetzt, zersetzt dasselbe zum Theil, es wird Wasserstoff frei, und Stickstoff verbindet sich mit dem Eisen. Sobald die äußere Schicht des Eisens 9,5% Stickstoff enthält, bilden sich schuppenartige Absonderungen. Das Stickstoffeisen ist zinkweiß, bei geringem Stickstoffgehalte noch hämmerbar, bei größerm spröde krystallinisch, bewahrt indessen in gewissem Grade seine ursprünglichen Eigenschaften und gleicht weder dem Roheisen, noch dem Stahle.

b. Wird rothglühendes Eisen einem Strome von reinem Leuchtgas (und anderen Kohlenwasserstoffen) ausgesetzt, so wird Wasserstoff frei, Kohlenstoff wird gebunden, und es entsteht Roheisen, das grau, mit Graphitausscheidungen, sehr weich, hämmerbar, sehr leicht schmelzbar, dünnflüssig, kurz ungemein gutartig ist.

c. Wiederholt man dieselbe Operation mit dem durch Versuch a erhaltenen stickstoffhaltigen Eisen, so bildet sich echter Stahl.

d. Wird Stahl des Handels in einem Wasserstoffstrome erhitzt, so bildet sich Ammoniak.

Man kann nicht leugnen, daß eine geschlossenere Reihe von Versuchen und Beweisen kaum zu denken ist. Dagegen ist es leicht, zu erweisen, daß die einzelnen Thatsachen, welche Fremy anführt, schon seit lange gefunden sind. Nach Gmelin's Chemie, Bd. III, S. 244, vom Jahre 1844, haben schon Berthollet, Thenard, Savart und Desprez die Zerlegung des Ammoniakes durch rothglühendes Eisen, die Abscheidung von Wasserstoff, die Aufnahme von Stickstoff bemerkt. Auch die angegebene Veränderung der Eigenschaften stimmt völlig mit den Fremy'schen Angaben überein. Nur über die Menge des aufgenommenen Stickstoffs sind die Angaben verschieden. Berthollet und Thenard geben die Gewichtsvermehrung nur auf 0,15 bis 0,20% an, Desprez giebt dagegen schon die Aufnahme von 7—11,5% zu; derselbe hat auch schon die Rückbildung von Ammoniak durch Darüberleiten von Wasserstoffgas nachgewiesen.

Die Anwendung von Leuchtgas zur Behandlung von Eisen ist schon vor ca. 30 Jahren von Macintosh in England vorgeschlagen worden. Bei einer kürzeren Einwirkung bildet sich nach ihm Stahl, bei einer länger dauernden Gußeisen. Wenn Fremy's Theorie richtig wäre, so könnte Macintosh nur dadurch Stahl erhalten haben, daß das rohe Leuchtgas, welches er anwandte, Ammoniak und Cyanverbindungen enthielt.

Die dritte Angabe von Fremy endlich, daß der Stahl eine

Verbindung von Eisen mit Kohlenstoff und Stickstoff sei, ist mit der Modifikation, daß Kohlenstoff und Stickstoff als zu dem bekannten Radical-Cyan (oder Paracyan) vereinigt angenommen wurden, ebenfalls schon lange in der wissenschaftlichen Welt erörtert worden. Liebig sprach sich in seinen Vorlesungen für die Annahme von Paracyan im Stahle aus, Schafhäutl wollte 0,532—1,200% Stickstoff im Roheisen (weißen?) und Stahl nachgewiesen haben, eine Angabe, der freilich R. F. Marchand widersprechen zu müssen glaubte.

Trotzdem lag die Annahme, welche jetzt Fremy aufstellt, sehr nahe. Die leichte Verstählung des Eisens durch Aufstreuen von gepulvertem Blutlaugensalz, das Verstählen durch Einsetzen mit Lederkohle sprechen sehr dafür. Auch die übrigen Stahlbereitungsmethoden lassen sich ohne allzugroße Schwierigkeit so erklären, indem sich sowohl bei der Cementation mit Holzkohlenpulver, beim Heerdfrischen, bei der Darstellung des Puddelstahls, ja beim Zusammenschmelzen von Spiegeleisen und Stabeisen zu Stahl, die Gegenwart des Stickstoffs der Luft nicht ausschließen läßt. Daß der Stickstoff der Luft bei sehr hoher Temperatur, vor Allem bei Gegenwart von Alkalien, sich leicht mit dem Kohlenstoffe zu Cyan verbindet, geht schon aus der mehrfach beobachteten Bildung von Cyankalium in Hohöfen hervor. Man hat sogar eigene Fabriken zur Darstellung von Blutlaugensalz mittelst dieser Reaction errichtet, wo die ihres Sauerstoffs mittelst Durchstreichen durch glühende Kohlen beraubte Luft auf Holzkohlen einwirkte, die mit kohlensaurem Kali getränkt und zur lebhaftesten Weißgluth erhitzt wurden. Daß das Roheisen in Berührung mit Cyankalium im Hohofen Cyan daraus absorbirt und dadurch stickstoffhaltig wird, wäre leicht anzunehmen. Daß ferner die zum Cementationsprozesse benutzte Holzkohle immer Alkalien enthält, oder ihr gar Potasche zugesetzt wird, ist ferner gleichfalls bekannt, und muß hier Cyankalium gebildet werden, das dann auf das Stabeisen einwirkt. Ob aber nicht auch beim Puddeln und Frischen, so wie beim Bessemer-Prozesse der Stickstoff der Verbrennungsluft unmittelbar mit dem Kohlenstoffe des Roheisens sich verbindet, wäre noch nachzuweisen. Beim Zusammenschmelzen von Stahl aus Spiegeleisen und Schmiedeeisen ist entweder schon Stickstoff im Spiegeleisen enthalten, oder er wird aus der Verbrennungsluft aufgenommen. Letzteres findet jedenfalls auch beim Chenot-, beim Uchatius- und beim Glühstahle statt.

Hiernach dürfte wohl die Priorität der Fremy'schen Entdeckungen stark angezweifelt werden, und wundert es uns, daß die

französische Akademie, der er seine Untersuchungen am 11. März d. J. vorgelegt hat, hierauf nicht näher eingegangen ist. Indessen verdient sein ungemein klares Zusammenfassen theilweise vergessener Thatsachen alle Anerkennung.

Ueber den Stickstoffgehalt des Stahls von Caron, Fremy und Boussingault bemerkt das Polyt. Centralblatt, 1861, Nr. 16, aus Bd. 52 der Comptes rendus, Nachstehendes: — Ueber die Cementation des Eisens durch Kohlenwasserstoff von Caron. Caron hat seine Versuche über die Cementation des Eisens durch reines leichtes Kohlenwasserstoffgas, aus denen er den Schluß gezogen hatte, daß der Stickstoff für die Cementation nicht wesentlich sei, nachdem Fremy die Stahlbildung durch Kohlenwasserstoffgas bestritten hatte, wiederholt. Er ließ aus dem besten Schmiedeeisen zwei Messerklingen, zwei Grabstichel und zwei Feilen herstellen und erhitzte diese Gegenstände lange Zeit in einem Strom von gewöhnlichem Wasserstoffgas, um dem Eisen den Stickstoff, welchen es enthalten könnte, zu entziehen. Der Wasserstoffstrom wurde sodann durch einen Strom von vollkommen getrocknetem leichten Kohlenwasserstoffgas ersetzt. Die Eisentheile befanden sich in einem Porzellanrohr, welches in einem langen Ofen lag und durch Holzkohle nur so weit erhitzt wurde, daß die Temperatur etwa dem Schmelzpunkt des Silbers entsprach. Die Operation dauerte 6—7 Stunden, worauf man langsam erkalten ließ. Die aus dem Porzellanrohr genommenen Gegenstände wurden von einem geübten Arbeiter in gewöhnlicher Manier gehärtet und angelassen. Einer der so behandelten Gegenstände zeigte sich, als er, nachdem er zuvor etwas gehämmert und gehärtet war, zerbrochen wurde, bis zu einer Tiefe von 1 $^1/_2$ Millimet. in Stahl verwandelt. Sein sehr feines Korn deutete die beste Qualität des Cementstahls an, dessen Eigenschaften er auch vollständig besaß. Die beiden Feilen griffen Eisen und angelassenen Stahl kräftig an und mit den Grabsticheln konnte man von dem Eisen, welches zu ihrer Herstellung gedient hatte, dicke Späne ablösen.

Caron bleibt nach dem vorstehenden Ergebniß bei seiner Ansicht, daß man das reine Eisen ohne Gegenwart von Stickstoff in Stahl verwandeln könne, stehen.

Fremy sucht dagegen dieses Ergebniß dadurch zu erklären, daß das Eisen Stickstoff oder ein anderes dasselbe vertretendes Element enthalten habe, indem er bemerkt, daß es unmöglich sei, durch Wasserstoffgas oder ein anderes Mittel dem Eisen diejenigen Elemente,

welche beim Hinzukommen von Kohlenstoff die Stahlbildung bewirken, zu entziehen.

Um dem Einwurf zu begegnen, daß, wenn das Eisen Stickstoff enthält, die Nützlichkeit stickstoffhaltiger Stoffe bei der Cementation nicht einzusehen sei, führt Fremy noch Folgendes an: Das Eisen ist von Natur stickstoffhaltig und kann unter einem kohlenden Einfluß, welcher langsam während 4 bis 5 Stunden ausgeübt wird, oberflächlich verstählt werden; wenn aber die Einwirkung des Kohlenstoffs sich verlängert, entsteht Roheisen. Das Verfahren im Großen ist wesentlich verschieden von den Versuchen des Laboratoriums; man setzt das Eisen 2 bis 3 Wochen lang der Einwirkung der durch das Cementirpulver erzeugten Gase aus. Wenn nun der Stickstoff nicht durch die Gase, welche in den Kästen entstehen, unaufhörlich dem Metall wiedergegeben würde, so könnte die Cementation keine Fortschritte machen und die im Anfange mit Hülfe des in dem Eisen enthaltenen Stickstoffs eingetretene Stahlbildung würde sogar mittelst der durch die Kohle entwickelten wasserstoffhaltigen Gase wieder aufgehoben werden. Der Stickstoff des Eisens ist demnach ausreichend, um bei einem Laboratoriumsversuch, welcher nur einige Stunden dauert und bei welchem der Kohlenstoff nicht im Ueberschuß vorhanden ist, eine oberflächliche Stahlbildung zu bewirken, aber dieser Stickstoff ist bei dem Verfahren im Großen nicht ausreichend, und die Rolle der stickstoffhaltigen Cementirmittel besteht darin, daß sie dem Metall, welches durch die Einwirkung des Ammoniaks porös wird, die stahlbildenden Elemente, nämlich Kohlenstoff und Stickstoff, beständig darbieten.

Ueber die Bestimmung des Stickstoffs im Eisen und Stahl, von Boussingault. Boussingault hat Versuche über die Bestimmung des Stickstoffs im Eisen und Stahl durch Auflösen desselben in einer Säure und Bestimmung des Ammoniaks in der Lösung angestellt, ist dabei aber bisher nicht zu befriedigenden Resultaten gelangt. Er erhielt nämlich, obschon die von ihm angewendeten Reagentien vollkommen ammoniakfrei waren, öfter Ammoniak aus Eisen, welches seinem Ursprung nach für rein gehalten werden mußte. So lieferte krystallisirtes Eisen, welches durch Einwirkung von Zinkdampf auf Eisenchlorür in der Hitze erhalten war, eine Quantität Ammoniak, welche 0,0009 Stickstoff entsprach. Eisen, welches durch Reduction des Chlorürs mit Wasserstoffgas dargestellt war, gab 0,0008, aus dem Oxyd durch Wasserstoff reducirtes Eisen 0,00093 Stickstoff. Es scheint also bei diesem Verfahren unabhängig von dem Stickstoff-

gehalt des Eisens Ammoniak zu entstehen, was aber noch nicht näher aufgeklärt ist.

Regnault hat vorgeschlagen, das Eisen zu verbrennen, um den Stickstoff als Gas zu erhalten. Boussingault hat diesen Vorschlag auszuführen gesucht, dabei aber gefunden, daß das entstandene Eisenoxyd alsbald die Verbrennung des unterliegenden Metalls verhindert. Er zieht es vor, das Eisen in Zinnoberdampf zu verbrennen, so daß es in Schwefeleisen übergeht. Das Metall wird dabei in Drähten oder Spänen in ein mit Knittergold versehenes Glasrohr gebracht, welches an dem einen Ende mit einem Kohlensäureentwickelungsapparat und an dem anderen Ende durch eine Röhre mit einer Quecksilberwanne in Verbindung steht. Das Metall wird mit Zinnober vermischt, welcher sich noch weiter nach der Seite des Kohlensäureapparats hin erstreckt. Nachdem die Luft durch den Kohlensäurestrom ausgetrieben ist, hört man mit dem Zuleiten von Kohlensäure auf und bringt das Ende der Gasleitungsröhre unter einen in der Quecksilberwanne stehenden, mit einer Lösung von kaustischem Kali gefüllten Recipienten. Man erhitzt dann das Eisen und leitet nach und nach allen Zinnober als Dampf darüber hin, wobei der Ueberschuß des Zinnobers nebst dem frei gewordenen Quecksilber sich in dem kalten Theil des Rohrs verdichtet. Wenn die Operation beendet ist, läßt man das Rohr sich abkühlen, so daß es nicht mehr glüht, und leitet dann anhaltend trockene Kohlensäure hindurch, um das in dem Rohr enthaltene Stickstoffgas zu verdrängen und in den Recipienten zu führen. Das Eisen scheint durch die Einwirkung des Zinnobers in Magnetkies überzugehen.

2,66 Grm. nach der Methode von Despretz dargestelltes stickstoffhaltiges Eisen gab, nach diesem Verfahren behandelt, 63,3 Cubikcentim. oder 0,0722 Grm. Stickstoff = 2,66 Proz. Das Schwefeleisen wog 4,57 Grm. Zum Schwefeln des Eisens hatte man 60 Grm. sublimirten Zinnober verwendet. Als dieselbe Quantität Zinnober ohne Eisen oder Stahl unter denselben Umständen in dem Glasrohr erhitzt wurde, erhielt man nur 0,2 Cubikcentim. Stickstoffgas. Nach diesem Verfahren wurde in einem Gußstahl 0,00057, in einem Draht von weichem Eisen 0,00124, in einer anderen Probe von weichem Eisen 0,00068 Stickstoff gefunden.

Ueber denselben Gegenstand bemerkt Boussingault, nach Bd. 63 der Comptes rendus im Polytechn. Centralblatt, 1861, Nr. 19, Folgendes: — Bei der Auflösung von Eisen oder Stahl in Säuren geht bekanntlich ein Theil des in demselben enthaltenen

Stickstoffs in Form von Ammoniak in die Lösung über. Boussingault hat denselben zu bestimmen gesucht, indem er in folgender Art verfuhr. Das Eisen oder der Stahl wird in einer Säure aufgelöst, die Lösung mit Wasser verdünnt, in einen Destillirapparat gebracht und mit überschüssigem Alkali vermischt. Man destillirt dann und fängt das Uebergehende in Portionen von 50 Cubikcentim. so lange auf, als es noch Ammoniak enthält. In dem ammoniakhaltigen Destillat wird sodann das Ammoniak mittelst einer filtrirten Säure bestimmt.

Bei Ausführung dieses Verfahrens ergab sich, wie bereits früher mitgetheilt ist, ein Stickstoffgehalt in Eisensorten, die ihrem Ursprunge nach gar keinen Stickstoff enthalten konnten, weshalb eine anderweite Ammoniakbildung zu vermuthen war. Boussingault fand nun, daß zwar alle von ihm angewendeten Reagentien ganz frei von Ammoniak waren, daß aber das Kali, welches er der Eisenlösung zugesetzt hatte, salpetersaures oder salpetrigsaures Kali enthielte, und daß bei dem vorbeschriebenen Verfahren aus dem Stickstoff dieser Salze Ammoniak entsteht. Der Vorgang dabei scheint darin zu bestehen, daß das durch das Kali niedergeschlagene Eisenoxydul bei der stattfindenden höheren Temperatur eine Wasserzersetzung bedingt, nämlich sich mit dem Sauerstoff des Wassers zu Eisenoxyd verbindet, während andererseits der Wasserstoff des Wassers mit dem Stickstoff der Salpetersäure oder der salpetrigen Säure Ammoniak bildet. Der Gehalt an salpetersaurem oder salpetrigsaurem Kali im kaustischen Kali rührt wahrscheinlich davon her, daß dasselbe aus kohlensaurem Kali herstammt, welches durch Verpuffen von Weinstein und Salpeter bereitet wurde, wie es nach Chevreul öfter geschieht.

Boussingault benutzte, seitdem er diese Erfahrung gemacht hatte, zur Zersetzung des Eisensalzes und zum Freimachen des Ammoniaks nicht mehr Kali, sondern Kalk. Gebrannter Kalk wurde nämlich mit Wasser gelöscht, das Hydrat mit vielem Wasser gewaschen und dann wieder calcinirt. Seit der Benutzung des Kalks wurden vollkommen befriedigende Resultate erhalten; reines Eisen gab kein Ammoniak mehr und die nach diesem Verfahren im Eisen oder Stahl gefundenen Mengen von Stickstoff stimmten mit den durch Schwefelung oder Verbrennung des Eisens gefundenen Mengen überein.

Nach der Methode von Despretz bereitetes stickstoffhaltiges Eisen

lieferte auf nassem Wege (d. h. nach der vorbeschriebenen Methode)	0,02655	Stickstoff
Durch Schwefelung	0,02660	„
Gußstahl lieferte auf nassem Wege . .	0,00042	„
Durch Schwefelung	0,00057	„

Das Verfahren auf nassem Wege ergab ferner in folgenden Produkten die nebenbemerkten Stickstoffgehalte:

Reines Eisen	0,00000	Stickstoff
Kratzendraht, welcher vorher in feuchtem Wasserstoffgas geglüht war	0,00000	„
Kratzendraht vor der Behandlung mit feuchtem Wasserstoffgas	0,000045	„
Draht von weichem Eisen, welcher in feuchtem Wasserstoffgas geglüht war	0,000050	„
Draht von weichem Eisen	0,000075	„
Claviersaite aus Berlin	0,000070	„
Claviersaite	0,000086	„

Boussingault bemerkt zuletzt, daß das Verfahren auf nassem Wege nur den Zweck habe, denjenigen Stickstoff zu bestimmen, welcher in Form von Stickstoffmetallen in dem Eisen oder Stahl enthalten sei. Um den Stickstoff in dem bei der Auflösung des Metalls in Säuren verbleibenden kohligen Rückstand zu bestimmen, müsse man denselben mit Natronkalk erhitzen. Die Bestimmung der gesammten Quantität Stickstoff, welche im Eisen oder Stahl enthalten sei, erfordere hiernach zwei Operationen, nämlich die Bestimmung des Stickstoffes und die der kohligen Stoffe.

Ueber die Einwirkung des Wasserstoffs auf den Stahl hat Caron in den Comptes rendus, Bd. 52, und daraus im Polytechn. Centralblatt, 1861, Nr. 14, folgende Arbeit mitgetheilt: — Fremy hat kürzlich angegeben, daß der Stahl beim Glühen im Wasserstoff entstählt, d. h. in weiches Eisen verwandelt wird, was darauf beruhe, daß der Wasserstoff dem Stahl den Stickstoff, welcher nach Fremy ein wesentlicher Bestandtheil des Stahls ist, entziehe. Da diese Angabe mit den bisherigen Erfahrungen im Widerspruch steht, so hat Caron die Versuche Fremy's wiederholt. Indem er einen raschen Strom von Wasserstoffgas bei höherer Temperatur über Stahl leitete, fand er bald, daß der Stahl, wenigstens an der Oberfläche der Barren alle seine Eigenschaften verlor. Da diese Erscheinung ihm unerklärbar war, so untersuchte er mit Sorgfalt den Einfluß der Verunreinigungen, die im Wasserstoff sein kön-

nen, und fand dabei, daß blos diesen Veerunreinigungen, nicht aber dem Wasserstoff die Veränderung des Stahls zuzuschreiben ist. Wenn man dem Wasserstoffgas den dasselbe begleitenden Wasserdampf und namentlich die beigemengte Luft nicht mit aller Sorgfalt entzieht, so bewirken diese beiden Stoffe sehr bald, daß die kleine Menge Kohlenstoff, welche im Stahl enthalten ist und welche außer dem Eisen den hauptsächlichen, wenn nicht einzigen wesentlichen Bestandtheil desselben bildet, verschwindet. Man kann in der That den Kohlenstoff leicht aus dem Stahl wegnehmen, indem man ihn in feuchtem oder mit Luft vermischtem Wasserstoffgas glüht; es ist dabei nur nöthig, daß er sehr dünne Streifen bildet.

Um die Richtigkeit seiner Ansichten nachzuweisen, theilt Caron folgende Versuche mit: Er nahm Federstahl erster Qualität, dessen Streifen zu Bündeln vereinigt und gewogen wurden. Er brachte sie in ein Porzellanrohr, welches bei jedem Versuch successiv mittelst Gas (Schmelzhitze des Silbers) und mittelst Holzkohle (Schmelzhitze des Kupfers) 10 Stunden lang erhitzt wurde, während man Wasserstoffgas hindurch leitete. Das Wasserstoffgas wurde mittelst Salzsäure entwickelt und vor dem Eintritt in das Rohr dadurch gereinigt, daß man es zuerst durch eine Lösung von Phosphorsäure, dann durch glühenden Platinschwamm, welcher den Sauerstoff der beigemengten Luft in Wasser verwandelte und das Arsenikwasserstoffgas, Phosphorwasserstoffgas und Siliciumwasserstoffgas zersetzte, und zuletzt durch Chlorcalcium leitete. Das aus dem Porzellanrohr wieder ausgetretene Gas wurde durch verdünnte reine Salzsäure geleitet, die in einem Kugelapparat, wie man ihn bei den Stickstoffbestimmungen benutzt, enthalten war. Nach der Operation wurde die in diesem Apparate enthaltene Salzsäure im Wasserbade abgedampft, der Rückstand mit Platinchlorid befeuchtet, wieder ausgetrocknet und mit absolutem Alkohol übergossen. Es blieb dabei in der Regel ein geringer krystallinischer Rückstand, welcher getrocknet und gewogen wurde.

Bevor mit dem Stahl experimentirt wurde, machte Caron zunächst einen Versuch, bei welchem das Wasserstoffgas durch das leere glühende Porzellanrohr geleitet wurde, alles übrige aber so war, wie es nachher bei den Versuchen mit dem Stahl sein sollte. Nach diesem Versuch, welcher 2 Stunden dauerte, erhielt er aus der in dem Kugelapparat enthaltenen Salzsäure eine sehr kleine Menge Platinsalmiak, entsprechend $^1/_{10}$ Milligramm. Stickstoff. Indem er sodann mit 29,300 Grm. Stahl operirte, erhielt er nach 10 Stunden, während welcher die Temperatur von gewöhnlicher bis zu lebhafter Roth-

glühhitze variirte, eine Quantität Platinsalmiak, welche 1 Milligr. Stickstoff entspricht. Bei einem andern Versuche gaben 35,553 Grm. Stahl 1,3 Milligr. Stickstoff. Wenn diese sehr kleine Menge Stickstoff wirklich aus dem Stahl und nicht aus andern noch unbekannten Quellen herrührt, so beträgt sie noch weniger als $\frac{1}{35000}$ vom Gewicht des Stahls, was mit den früher von Marchand gefundenen Resultaten vollständig übereinstimmt.

Der Stahl verlor bei diesen Versuchen gar nicht an Gewicht und behielt alle seine Eigenschaften. Der Stickstoff, welcher aus ihm herzustammen scheint, ist also offenbar zu seiner Constitution gar nicht nothwendig.

Caron schließt hieraus, daß die Abweichung zwischen seinen und Fremy's Resultaten wahrscheinlich davon hereühre, daß Fremy den Stahl mit unreinem, entweder Wasser oder Luft enthaltendem Wasserstoffgas behandelt habe. Dieß werde auch dadurch bewiesen, daß der Stahl bei den Versuchen Fremy's, indem er durch das Glühen im Wasserstoffgas entstählt wurde, 1 Prozent an Gewicht verlor, nämlich offenbar seinen Kohlenstoffgehalt ganz oder größtentheils einbüßte. Der Stahl verwandelte sich also nach Caron's Ansicht bei den Versuchen, wobei er eine kaum wägbare Menge von Stickstoff verlor, sondern weil der in ihm enthaltene Kohlenstoff durch Luft oder Wasserdampf, die in dem Wasserstoffgas enthalten waren, verbrannt wurde.

II. Cementstahl.

Neues Verfahren bei der Cementstahlbildung und Theorie derselben von Caron, Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. V, S. 252. — Caron hat nachgewiesen, daß die Gegenwart von Cyanverbindungen bei der Cementirung des Eisens von großer Bedeutung ist, und daß in dem in der Praxis benutzten Cementirpulver derartige flüchtige Verbindungen sich beim Erhitzen bilden. Das Cyanammonium erkannte er als ein sehr wirksames Agens; es bewirkte, mit dem glühenden Eisen in Berührung gebracht, sehr schnell dessen Umwandlung in Stahl. Die Erklärung dieses Faktums giebt Caron auf folgende Weise:

Bei der Erhitzung des Eisens in freier Kohle oder in einem Gase, das leicht Kohlenstoff abgiebt, wie in manchen Kohlenwasserstoffen, wird leicht, besonders auf der Oberfläche der Stäbe, Kohlenstoff in einer größeren Menge aufgenommen, als zur Stahlbildung wünschenswerth ist. Aus diesem Grunde ist die Anwendung einer

kohlenstoffhaltigen Substanz vortheilhafter, in der der Kohlenstoff durch stärkere chemische Affinität gebunden wird; das Eisen vermag dann erst nach längerer Berührung die erforderliche Menge der Kohle aufzunehmen, und an der Oberfläche der Stäbe ist eine Ueberschreitung der Grenze, bevor das Innere cementirt worden, nicht so leicht zu befürchten. Cyankalium und besonders Cyanbarium sind für diesen Zweck vortheilhaft. Die Cyanverbindungen wirken, worauf Caron besonderes Gewicht legt, nicht durch den darin enthaltenen Stickstoff, denn es kann statt der Cyanüre auch eine stickstofffreie Kohlenstoffverbindung angewendet werden, welche den Kohlenstoff bei hoher Temperatur langsam an das Eisen abgiebt, was z. B. beim Sumpfgase erfolgt.

Reines Sumpfgas, bei Rothgluth über Eisen geleitet, cementirt dies so gut, wenn auch langsamer, als die Cyanüre; dagegen läßt sich mit reinem ölbildenden Gase (C_4 H_4) kein Stahl erzeugen. Die Abscheidung von Kohle erfolgt aus diesem Gase bei sehr niedriger Temperatur. Caron fand, daß das Rohr, worin das Eisen schwachglühend mit dem ölbildenden Gase in Berührung gebracht war, mit Kohle erfüllt, aber das Eisen weich geblieben war.

Bei der Verwandlung in Stahl muß nach Caron dem Eisen die Kohle in einer Verbindung zugeführt werden, welche, in die Poren des Metalls eindringend, daselbst zersetzt wird und die Kohle im status nascens an das Eisen überträgt.

Der Stickstoff ist nach Caron nicht als ein integrirender Bestandtheil des Stahls aufzufassen, er gehört fremden Stoffen an, welche in dem Eisen zufällig enthalten waren. (Compt rend., T. 24, S. 635.)

In dem folgenden Hefte der Comptes rendus, S. 677, bespricht Caron die Cementirung des Eisens durch Cyanbarium.

Die Cementirung hat entweder den Zweck, die Oberfläche der Waaren zu verstählen, den Gegenständen die erforderliche Härte also nur an der Oberfläche zu geben, so daß im Innern das Metall seine früheren Eigenschaften behält, oder aber das Eisen vollständig in Stahl umzuwandeln.

Bei dem ersten Verfahren ereignet es sich sehr oft, daß, während die Gegenstände äußerlich die Härte des Stahls erlangten, das Eisen im Inneren seine guten Eigenschaften einbüßte, zerbrechlich und krystallinisch wurde. Der Grund der Veränderung liegt in der zu lange andauernden Glühhitze. Man umgeht den Uebelstand, wenn

man ein Cementirmittel anwendet, das in möglichst kurzer Zeit seine Einwirkung äußert.

Sehr gut bewährt hat sich in dieser Hinsicht ein Gemenge von 3 Theilen Kohle und 1 Theil kohlensaurem Baryt. Der in den Cementirkästen eingeschlossene Stickstoff verbindet sich mit der Kohle bei Gegenwart von Baryt zu Cyan; das Cyanbarium ist bei der statthabenden Temperatur etwas flüchtig und cementirt das Eisen.

Die Vorzüge, welche dies Cementirmittel vor den gewöhnlich angewendeten darbietet, liegen darin, daß bei den ersteren die cementirende Wirkung von der Gegenwart einiger flüchtigen Stoffe, wie Ammoniakverbindungen, Kali und Natronsalzen, abhängt, die aber bald entweichen und das unwirksame Pulver zurücklassen. Das Gemenge von Baryt mit Kohle erzeugt, da es an Stickstoff nicht mangelt, Cyanbarium, welches weniger flüchtig als das Cyankalium ist, an das Eisen Kohlenstoff überträgt und dann wieder regenerirt wird. Ein Gemenge von Holzkohle mit Baryt ist ein fast unerschöpfliches Cementirpulver. Versuche, im Großen im Hüttenwerk zu Montataire ausgeführt, ergaben ein sehr günstiges Resultat.

Das Cementirpulver hat den Vorzug der schnellen Wirkung; in einer halben Stunde erzielt man dieselbe Wirkung, wie mit anderen Pulvern in 4 bis 5 Stunden, die Temperatur muß hoch sein. Die in dieser kurzen Zeit cementirten Waaren haben die sehnige Struktur des Schmiedeeisens, so wie dessen Festigkeit, bewahrt.

Zur vollständigen Cementirung von Schmiedeeisen ist obiges Pulver gleichfalls sehr geeignet; es bietet sogar den Vortheil, daß man eine continuirliche Feuerung einrichten kann.

Bei der jetzigen Construction der Oefen geht viel Wärme dadurch verloren, daß zwischen je zwei Operationen der Ofen zum Theil auskühlen muß; dieß ist nothwendig zur Erneuerung des Cementirmaterials. Bei Anwendung von dem Gemenge des Baryt mit Kohle hat man ein länger vorhaltendes Cementirmittel; es braucht nicht erneuert zu werden; nur von Zeit zu Zeit giebt man etwas Kohle wieder zu. Die fertigen Stäbe werden aus dem zur Seite geöffneten Kasten herausgegeben und durch frische Eisenstäbe ersetzt.

Ein Verfahren bei der Stahlerzeugung aus Roheisen hat der Amerikaner Eaton bekannt gemacht (Repert. of Patent-Inventions und daraus im Polytechn. Journal, Bd. 159, S. 371): — Man packt Gußeisen in Gestalt von dünnen Stäben oder Platten mit so viel Soda (kohlensaurem Natron), daß dieselben beim Schmelzen der Soda vollkommen bedeckt werden, in eine schmiede-

eiserne Büchse. Das Ganze wird hierauf mehrere Stunden lang, je nach der Dicke der Stäbe, der hellen Rothglühhitze ausgesetzt.

Die Soda wirkt zugleich als Reinigungs- und als Entkohlungsmittel des Eisens. Der Kohlenstoff geht als Kohlenoxyd weg, Natrium wird verflüchtigt und kann unter sauerstofffreien Flüssigkeiten (z. B. geschmolzenem Paraffin) aufgefangen werden. Doch ist es zweckmäßiger, das Natrium sich wieder oxydiren zu lassen, indem man den dazu erforderlichen Sauerstoff durch eine kleine Oeffnung eintreten und die Soda sich so wiedererzeugen läßt. Die Operation wird in demjenigen Punkte unterbrochen, wo die zur Stahlbildung erforderliche Kohlenstoffmenge noch vorhanden ist.

Die Unreinheiten des Gußeisens, wie Silicium, Schwefel, Phosphor werden ebenfalls entfernt, indem sich nach beendigtem Prozeß Natronsilicat, Schwefel- und Phosphornatrium vorfinden.

Der Fortgang und die Beendigung des Prozesses kann von Zeit zu Zeit durch Herausnehmen eines Stabes und Prüfung desselben controlirt werden.

Statt Soda kann auch Potasche genommen werden. Bisweilen ist das leichter schmelzbare Gemisch aus Soda und Potasche im Verhältniß der Aequivalente, vorzuziehen. Auch kann man Eisen- und Zinkoxyd zugleich anwenden. Natron- und Kalihydrat können zwar ebenfalls, aber mit weniger Vortheil gebraucht werden.

Ist das kohlensaure Natron durch wiederholten Gebrauch zu unrein geworden, so kann man es reinigen, indem man es pulvert, mit Sägespänen mischt, zum Rothglühen erhitzt und nach dem Erkalten umkrystallisirt.

Die erhaltenen Stahlstäbe können entweder direkt unter dem Hammer verarbeitet oder geschmolzen, in Blöcke gegossen und dann unter den Hammer gebracht werden.

Die Vortheile dieses Verfahrens sind: Erzeugung einer gleichmäßigen Waare, vollständige Entfernung von Schwefel, Phosphor, Silicium u. s. w.; bedeutende Verminderung der Kosten für Darstellung gewöhnlichen und besseren Stahls. [1])

---

1) Das Verfahren des Patentträgers ist lediglich eine Anwendung der Resultate, welche C. Tissier im J. 1857 bei seinen Versuchen über die Einwirkung des kohlensauren Natrons auf Gußeisen bei hoher Temperatur erhielt; man sehe polytechn. Journal Bd. 146, S. 118. Tissier fand, daß das kohlensaure Natron bei lebhafter Rothglühhitze dem Gußeisen den Kohlenstoff und das Silicium (selbstverständlich auch den Phosphor und Schwefel) entzieht, und

Ueber die Anwendung des Leuchtgases zur Stahlerzeugung bemerkt Oberbergingenieur und Professor Gruner zu Paris in den Comptes rendus und daraus im Polytechn. Journal, Bd. 160, S. 215, Nachstehendes: — In seiner im 1. Kapitel mitgetheilten Abhandlung über die Zusammensetzung des Roheisens und des Stahls fragt Herr Fremy die Metallurgen, ob die Resultate seiner Versuche über Stahlerzeugung mittelst Leuchtgas nicht in der Praxis benutzt werden könnten. Gruner erlaubt sich im Namen der Metallurgen zu erwidern, daß sich die Praxis hierüber längst entscheidend ausgesprochen hat.

Macintosh in Glasgow hat schon vor mehr als 25 Jahren mehrere Tonnen Cementstahl fabrizirt, indem er zum Dunkelrothglühen erhitztes Stabeisen der Einwirkung des Leuchtgases unterzog. Er behandelte auf diese Weise in einer Operation 100 bis 150 Pfund Eisenstäbe von 2 Zoll Breite auf 6 Linien Dicke. Die Cementation dauerte 18 bis 20 Stunden, und wenn die Operation länger fortgesetzt wurde, fand eine Ueberkohlung statt. Dufrénoy hat diese Details in der dritten Reihe der Annales des mines t. V. p. 171 mitgetheilt. Er sah selbst Proben von diesem Stahl, wovon ein Theil in Gußstahl verwandelt und dann nach den gewöhnlichen Verfahrungsarten bearbeitet wurde. Die dünnen überkohlten Stäbe hatten, sagt Dufrénoy, fast das Ansehen des Graphits.

Man kann also durch die Einwirkung des Leuchtgases allein (ohne Beimischung einer andern Substanz), nach Belieben Stahl oder Roheisen erhalten, je nach der angewandten Zeit oder Temperatur. Um Stahl zu erhalten, ist es keineswegs nothwendig, auf das Stabeisen vorher Ammoniak einwirken zu lassen, um es mit Stickstoff zu verbinden.

Nun enthält allerdings das (im Großen gereinigte) Steinkohlengas immer Ammoniak und Gruner will dessen Einfluß beim Cementiren keineswegs läugnen. Auch will er über das Vorhandensein oder die Abwesenheit des Stickstoffs in den Stahlsorten nicht absprechen, so viel scheint ihm aber klar zu sein, daß, wenn im Stahl Stickstoff enthalten ist, solcher auch im Roheisen befindlich sein muß. Schon vor 20 Jahren hat Dr. Schafhäutl in München wirklich Stickstoff in den (englischen weißen) Roheisensorten gefunden.

Bekanntlich führt man beim gewöhnlichen Cementiren mit Holz-

---

die Gußeisenstücke ohne Formveränderung in Stahl und darauf in Schmiedeeisen verwandelt. Dingler.

kohle das Schmiedeeisen stufenweise in Stahl und letzteren hernach in Roheisen über. In welchem Zeitpunkte der Operation und durch welche Reaktion würde nun der anfangs absorbirte Stickstoff neuerdings das Eisen verlassen? Woher könnte im hämmerbaren Gußeisen, welches oft Stahl ist, der Stickstoff kommen, wenn nicht das Roheisen ihn schon enthält? Gruner hat in einer Abhandlung über den Puddelstahl (Bd. III, S. 209) gezeigt, daß das Frischen des Roheisens im Flammofen stets unter einer Decke von zweifach-basischen eisen- und manganhaltigen Schlacken geschieht, wenn man Puddelstahl erhalten will. Nun fragt Gruner, wie könnte sich der Stickstoff der heißen Atmosphäre des Ofens durch diese Schlackendecke hindurch mit dem Eisen und dem Kohlenstoff verbinden? Wenn der Puddelstahl Stickstoff enthält, so kann er sicher nur vom Roheisen herrühren, und es scheint Hrn. Gruner eben so interessant, ihn darin nachzuweisen, als in dem Stahl selbst.

Gruner erlaubt sich noch einige Zweifel zu äußern hinsichtlich der Möglichkeit, die Gegenwart des Stickstoffs im Stahl durch den Wasserstoff nachzuweisen. Bei der Rothglühhitze entzieht das Schmiedeeisen dem Ammoniak den Stickstoff und setzt den Wasserstoff in Freiheit; und bei derselben Temperatur würde dieser Wasserstoff neuerdings den Stickstoff dem Eisen entziehen, welches bezüglich der gasförmigen Molecüle, die auf das Eisen einwirken können, immer im Ueberschuß vorhanden ist? Die Erzeugung des Ammoniaks unter diesen Umständen wäre schwieriger zu begreifen, als die direkte Vereinigung des Wasserstoffs und des freien Stickstoffs.

Eine Thatsache endlich, welche beweist, daß der Stahl und das reine Roheisen sich nur durch verschiedene Verhältnisse derselben Elemente von einander unterscheiden, ist die, daß das reine weiße Roheisen sich wie der Stahl härten und sogar schmieden läßt; bekanntlich verwendet man das weiße Roheisen von Siegen direkt zur Anfertigung der Zieheisen.

Aus Vorstehendem ersieht man: 1) daß, wenn der Rohstahl (gefrischte Stahl) Stickstoff enthält, dieses Element sich auch im Roheisen befinden muß; und 2) daß das Schmiedeeisen, wie längst bewiesen ist, sowohl durch die gewöhnliche Cementation, als durch die Cementation in Steinkohlengas, nach Belieben in Stahl oder in Roheisen umgewandelt werden kann, wozu nur die Zeit oder die Temperatur eine verschiedene zu sein braucht.

III. Gußstahl.

Verbesserungen an den Oefen zum Schmelzen des Stahls in Tiegeln, schlägt S. Fox zu Deepear bei Sheffield, im London Journal of Arts und daraus im Polytechn. Journal, Bd. 161, S. 350, vor: — Bekanntlich müssen die Oefen zum Schmelzen des Stahls in Tiegeln häufig ausgebessert oder ganz niedergerissen und wieder aufgebaut werden. Um die dadurch entstehenden großen Kosten zu vermeiden, schlägt der Erfinder in seinem Patent vom 7. November 1860 vor, diese Oefen mit einem oder mehreren inneren Futtern zu construiren, so daß diese allein der Reparatur ausgesetzt sind und die Hauptconstruction unverletzt und viel längere Zeit brauchbar bleibt, als wenn diese schützenden Futter nicht vorhanden wären.

Es müssen also die Oefen gleich um so viel größer gebaut werden, daß jede Kammer das oder die Futter im Innern aufnehmen kann. Fig. 8, Taf. V, stellt den Querschnitt eines solchen Ofens, für dessen Kammer die ovale Form als die beste erscheint, dar. In jeder Kammer a befindet sich das Futter b von feuerfestem Thon, entweder in einem Stücke oder in mehreren Abtheilungen, je nach Erforderniß.

Zwischen dem Futter und der Ofenmauer läßt man einen Raum c, den man mit Kokesstaub, Sand, Holzkohle, Kalk oder einem anderen schlechten Wärmeleiter ausfüllt.

Ist das Futter zerstört, so kann, ohne Beschädigung der äußeren Ofenmauer, ein neues eingesetzt werden.

Verfahren zur Gußstahlfabrikation und zum Umarbeiten alten Stahles, worauf **Charles Cowper** in England patentirt ist (London Journal und daraus, Polytechn. Centralblatt, 1861, Nr. 17):

I. **Gußstahlfabrikation.** Für diesen Zweck giebt **Cowper** folgende Mischungen an:

Erste Mischung:

Schmiedeeisen	700	Th.
Weißes Roheisen.	200	„
Eisenoxyd	100	„
Rothes Blutlaugensalz	8	„

Zweite Mischung:

Alter Stahl (Feilen, Drehmeißel oder Federn)	500	„
Schmiedeeisen	500	„
Rothes Blutlaugensalz	14	„

Dritte Mischung:

Alter Stahl	350	Th.
Schmiedeeisen	350	„
Weißes Roheisen	200	„
Eisenoxyd	100	„
Rothes Blutlaugensalz	7	„

Vierte Mischung:

Schmiedeeisen	1000	„
Eisenoxyd	75	„
Rothes Blutlaugensalz	28	„

Wenn man das rothe Blutlaugensalz durch gelbes ersetzen will, so muß man von demselben die doppelte Quantität nehmen; das rothe Blutlaugensalz verdient aber den Vorzug, weil es eine entschiedenere Reaction giebt und kein Krystallwasser enthält. In der ersten und dritten Mischung kann man statt des Roheisens mit Vortheil Feineisen verwenden, und zwar muß von demselben auf die gleiche Menge der übrigen Stoffe doppelt so viel genommen werden, als von dem Roheisen. Das Roheisen muß weiß und von wenigstens zwei Sorten sein, deren eine manganhaltig ist. Das Schmiedeeisen muß möglichst kleine Stücke bilden; die gleichzeitige Anwendung von körnigem und fasrigem Eisen ist zu vermeiden, gutes körniges Eisen eignet sich am besten. Der alte Stahl muß von guter Qualität sein.

II. Umarbeiten alten Stahls.

Erste Mischung:

Alter Stahl (alte Feilen, Drehmeißeln oder Federn)	1000	Th.
Rothes Blutlaugensalz	10	„

Zweite Mischung:

Alter Stahl	1000	„
Rothes Blutlaugensalz	20	„

Die Behandlung der vorerwähnten Mischungen besteht darin, daß man sie in Tiegeln schmilzt. Der alte Stahl sowohl als das Schmiede- und Roheisen muß vorher in kleine Stücke zertheilt und das Blutlaugensalz gleichmäßig damit vermischt werden. Das Schmelzen geschieht in einem gewöhnlichen Windofen mit Koke und $^1/_{10}$ Holzkohle als Brennmaterial. Die Tiegel müssen dicht geschlossen bleiben, bis das Schmelzen vollständig erfolgt ist. Man kann dieselben Tiegel benutzen, wie bei der gewöhnlichen Gußstahlfabrikation Graphittiegel verdienen den Vorzug; bei ihrer Benutzung ist es aber

gut, den Zusatz von Blutlaugensalz, nachdem die Tiegel für zwei auf einander folgende Schmelzungen gedient haben, etwas zu vergrößern.

IV. Bessemerstahl.

Ueber das Verfrischen des Roheisens auf Eisen und Stahl, nach dem Bessemer'schen Verfahren, das sogenannte Windfrischen, hat der Oberbergingenieur und Professor Gruner zu Paris in den Annales des Mines, 5. Reihe, Bd. 18, S. 553, und daraus in der Allgem. berg- und hüttenm. Zeitung, 1861, Nr. 32 und 36, die folgende sehr wichtige Arbeit mitgetheilt.

Historisches und Versuche. — Als Herr Bessemer vor 5 Jahren (im August 1856) in der Zusammenkunft britischer Naturhistoriker und Techniker zu Chettenham seine neue Frischmethode mittheilte, hielt er diesen Vortrag nur Ungläubigen und Zweiflern. Zu der Reihe derselben gehörte auch der Herausgeber dieses Werks (so wie er auch der erste Uebersetzer des Bessemer'schen Vortrags in Dingler's Polytechnischem Journal und in diesem Werke war). Gruner sprach sich damals im 2. Bde. des Bulletin de la soc. de l'industrie minér. (S. 200) dahin aus, daß nur reines Roheisen Produkte, Eisen oder Stahl, von zweckmäßiger Qualität zu geben im Stande sein würde. Bessemer stellte freilich die Behauptung auf, daß er gutes Eisen aus jedem Roheisen bereiten wolle; allein eben diese übertriebene Behauptung war der Hauptgrund der Zweifel seiner Gegner. Die in den Werkstätten der großen britischen Nordbahn, so wie in den Hütten zu St. Pankraz und Ebbwvale angestellten Versuche bewiesen wirklich, daß das Verfahren den gemachten Versprechungen nicht genügen könne. Bessemer wurde aber durch diese Hindernisse nicht entmuthigt; er untersuchte die Ursachen des Mißlingens und verarbeitete nun nur solche Roheisensorten, die nur wenig fremdartige Substanzen enthielten. Es wurde eine Hütte in Sheffield errichtet; in dem Königl. Arsenal zu Woolwich wurden viele Versuche angestellt und in Schweden ist das neue Verfahren bereits mehrere Jahre im Betriebe (worüber nach den von Tunner mitgetheilten schwedischen Berichten auch in diesem Werke das Nöthige berichtet worden ist). Nachdem nun mehr Erfahrungen erlangt worden waren, legte Herr Bessemer am 24. Mai 1859 vor dem Verein der Civilingenieure zu London die erlangten Resultate dar und zeigte zum Beweise seines Vortrags zahl-

reiche Stücke von Eisen und Stahl, welche durch seine Frischmethode erlangt worden waren, vor. Er gab eine Uebersicht seines Verfahrens und seiner Vortheile. Von den Vereinsmitgliedern wurden einige Einreden gemacht; man erinnerte an die vollständige Erfolglosigkeit der ersten Versuche. Die von Bessemer nachgewiesenen Versuche wurden aber von dem Director des Arsenals zu Woolwich, Obristen E. Wilmot, der im amtlichen Auftrage den Bessemerschen Versuchen beigewohnt hatte, bestätigt. Beide gestanden aber zu, daß das Verfahren auf schwefel- und phosphorhaltige Roheisensorten nicht anwendbar sei; daß das anfängliche Mißlingen der Versuche daher rühre, daß aber bei der Anwendung von reinem, selbst siliciumhaltigem Roheisen treffliche Produkte und mit geringen Kosten erlangt würden. Uebrigens werden diese Versuche dadurch bestätigt, daß man in andern Hütten, in Folge zahlreicher Versuche, ebenfalls Apparate vorgerichtet hat, um das Bessemerfrischen im Großen auszuführen. So sah Herr Gruner im Juni 1860 auf der Hütte zu Weardale in Durham den Anfang des Verfrischens von dem dortigen Roheisen mittelst dieses Verfahrens. Man erzeugt dieses Roheisen in den Hohöfen zu Towlaw aus Spatheisenstein und manganhaltigem Braunerzen, die auf Gängen im Kohlenkalkstein zu Stanhope und Allenhead vorkommen.

In Frankreich hat Herr Jackson zu St. Suerin das aus manganhaltigem, braunem Glaskopf von Vicdessos erblasene, weiße Roheisen durch dasselbe Verfahren auf Gußstahl verfrischt. Der Bessemerprozeß wird demnach bereits an mehreren Orten im Großen als Gewerbszweig angewendet, und dies hat Hrn. Gruner zu der vorliegenden Arbeit, bei welcher er den Angaben Bessemer's selbst, so wie denen des Ingenieurs Picard auf der Jackson'schen Hütte zu St. Suerin folgt und deren Zweck eine Darstellung des jetzigen Zustandes des Prozesses ist, veranlaßt.

Es soll zuvörderst bemerkt werden, daß Bessemer in seiner Abhandlung behauptet, er könne ohne Unterschied Gußstahl und Gußstabeisen produziren, daß dies aber ganz einfach eine Frage der Zeit und der Windmenge ist. Aus den Mittheilungen Picard's geht hervor, daß die regelmäßige Stabeisenerzeugung Schwierigkeiten haben würde; es würde nicht immer im flüssigen Zustande bleiben und würde zuweilen Luppen bilden, besonders wenn man nicht bedeutende Massen verarbeitet.

Da außerdem das Bessemern auf Stabeisen nothwendig kostbarer ist, indem die Dauer des Prozesses, der verwendete Wind und

besonders der Abgang, weit bedeutender sind und da der Stahl eine fast doppelte Festigkeit hat, so ist es ganz klar, daß der Prozeß in allen Fällen im Allgemeinen nur zur Gußstahlfabrikation angewendet werden wird.

Als Bessemer erkannte, daß seine Frischmethode auf schwefel- und phosphorhaltiges Roheisen nicht anwendbar sei, nahm er die besten schwedischen Sorten und diese verfrischt er noch in seinem Apparat, wenn er sehr guten Stahl zu Messerschmiedearbeiten darstellen will; eben so erhielt er auch ein gutes Produkt aus Holzkohlenroheisen aus Indien und aus Neuschottland; ein Material, welches von dem Hause Camel u. Co. zu Sheffield auch auf Stahl verpuddelt wird. Er verarbeitete ferner das Roheisen, welches ausschließlich aus rothem Glaskopf (red ores) in Cumberland auf den beiden Hauptwerken der Grafschaft, Cleator-Moor und Workington, erblasen worden ist. Endlich hat auch das Roheisen aus dem Forest of Dean und von Tawlow, der Weardal-Compagnie gute Resultate gegeben. Das letzte Roheisen wird aus den oben erwähnten Spatheisensteinen erblasen und das Roheisen des Forest of Dean, wie in Cumberland aus Rotheisenstein des Kohlenkalksteins. Dagegen erhält man, wegen des Phosphors, stets sehr ungenügende Produkte, wenn man das Roheisen aus Erzen der Kohlenformation, selbst die ersten Marken von Pentypool und Blaenavon, verfrischt.

Einrichtung des Apparates. — Bekanntlich ist der ältere Bessemer'sche Apparat eine Art von kleiner Kupolofen mit mehren zur Seite angebrachten Formen, in denen das vollkommen flüssige Roheisen der Einwirkung eines sehr heftigen Luftstroms, ohne weitere Mithülfe von Brennmaterial, ausgesetzt wird.

Der neue Apparat unterscheidet sich von dem vorhergehenden nur durch die Stellung seiner Formen; statt an den Seiten angebracht zu sein, stehen sie senkrecht und befinden sich im Boden des Ofens selbst. Er ist in den Fig. 10 bis 13, Taf. IV, dargestellt: Fig. 10 ist die Stellung der Retorte oder des Ofens, wenn er mit Roheisen gefüllt wird; Fig. 11 die Stellung während des Frischens; Fig. 12 die Stellung während des Ablassens des Produkts und Fig. 13 eine Form von Ziegelthon. Der Ofen gleicht wirklich einer großen Retorte; er besteht aus einem starken Mantel von Blech oder Gußeisen und ist im Innern mit einem Futter von feuerfester Masse mit sehr vielem Thonerdegehalt versehen. Der Ofen ist um zwei Zapfen beweglich und kann, wie die Figg. 10 und 12 zeigen, mittelst einer Kurbel, die durch ein Getriebe auf ein verzahntes Rad

oder einen Kreissector einwirkt, rechts oder links gestürzt werden. Unter dem Boden des Ofens ist eine Art von Windbehälter, aus welchem die senkrechten Formen aufsteigen; der Wind gelangt durch die Zapfen dahin, um die Bewegungen des Ofens nicht zu hindern. Es ist daher die Windleitung auf dieselbe Weise eingerichtet, wie die Dampfleitung einer schwingenden Dampfmaschine.

Die Figg. 10, 11 und 12 sind der Abhandlung von Bessemer entnommen; sie deuten eine einzige Oeffnung an dem obern Theil an, die zu gleicher Zeit zum Einbringen des Roheisens, zum Abfließen des Stahls und zum Ausströmen der Gase während des Prozesses selbst dient. Zuweilen hat jedoch die Retorte außerdem noch zwei Seitenöffnungen zum Ausfluß der Gase. Die Dimensionen der Retorte sind von Bessemer nicht angegeben; sie hängen nothwendig von dem Gewicht der verarbeiteten Charge ab. Der Erfinder erklärt aber, daß er 10 bis 20 Tonnen Roheisen auf einmal verfrischen könne. Jedoch scheint aus seinen eigenen Ausdrücken hervorzugehen, daß er niemals solche große Massen verarbeitet hat. Verhalte sich dies nun, wie es wolle, so hat man kürzlich zu St. Suerin in Folge zahlreicher, seit zwei Jahren angestellter Versuche zwei Retorten erbauet, von denen jede auf einmal 500 bis 1000 Kilogr. Roheisen aufnehmen kann. Es sind aber die Dimensionen der Retorte für solche Chargen annähernd die nachstehenden: 0,60 bis 0,65 Met. innerer Durchmesser, 1 bis 1,20 Met. Höhe über der Windsohle, 25 Formen oder Windstrahlen von 0,006 Met. Durchmesser und durchschnittlich mit 2½ Atmosphären Druck. Bei diesen Dimensionen würde die Höhe des Metallbades 0,50 Met. bei einer Charge von 1000 Kilogr. und folglich der Widerstand beim Einströmen des Windes ⅓ Atmosphäre sein.

Die Ofensohle oder die Formwand besteht aus mehren geformten Kegeln aus feuerfestem Ziegelthon, von denen jeder fünf cylindrische Röhren von 0,006 Met. Durchmesser hat und die mittelst feuerfestem Thon zusammen verbunden sind. In Fig. 13 ist ein solcher Kegel abgebildet, wie sie die Bessemeröfen zu St. Suerin haben, d. h. 5 solcher Kegel mit 5 Oeffnungen jeder, während die von Bessemer mitgetheilten Oefen (Fig. 10—12) guß- oder schmiedeeiserne Formen haben.

Betrieb. — Das zu verfrischende Roheisen kann entweder unmittelbar aus dem Ofen in die Retorte geleitet, oder es kann entweder in Kupolöfen oder Flammöfen umgeschmolzen werden; letztere sind bei Holzkohlenroheisen offenbar zweckmäßiger. Zu St. Suerin

ist ein Flammofen errichtet, in welchem man 6000 Kilogr. auf einmal umschmelzen kann, um das flüssige Roheisen zu mehren auf einander folgenden Prozessen zu geben. Das Roheisen muß grau oder wenigstens Spiegeleisen, d. h. stark gekohlt sein.

Während das Roheisen geschmolzen wird, macht man die Retorte stark rothglühend, indem man sie mit Kokes füllt und den Wind wirken läßt; dazu ist eine Stunde hinreichend.

Man stürzt alsdann den Ofen, reinigt ihn sorgfältig von Cinders, Asche und Schlacken und bringt ihn in die in Fig. 1 abgebildete Stellung, um ihn mit flüssigem Roheisen zu füllen. Sobald die Charge gemacht ist, richtet man die Retorte auf und läßt in demselben Augenblick den Wind einströmen, um den Abfluß des Roheisens durch die Formen zu verhindern (Fig. 11). Indem die 25 Windstrahlen durch das Metall dringen, wird dasselbe heftig gehoben; die Oxydation des Eisens und der fremdartigen Substanzen steigert die Temperatur. Es entstehen Schlacken und werden theilweise mit Eisenkörnchen aus der Retorte in Form von Feuerregen herausgeschleudert; die anfänglich violette Farbe geht in's Orange über und wird endlich weiß. Die großen, anfänglich beobachteten Funken nehmen nach und nach ab und verwandeln sich endlich in eine Art von Lichtstrom, der aus einer ununterbrochenen Reihefolge glänzender Punkte besteht. Diese stufenweisen Veränderungen des Ansehens der Feuergarbe, welche aus dem Retortenhalse entweicht, gestatten eine Beurtheilung der Fortschritte des Prozesses. Hat man den erforderlichen Punkt erreicht und ist Eisen oder Stahl fertig, so wird der Ofen wieder gestürzt (Fig. 12); es wird der Wind abgestellt und man läßt das geschmolzene Produkt entweder direkt in eine Form oder zuvörderst in eine eiserne, im Innern mit feuerfestem Thon überzogene Pfanne, wie man sie in den Gußstahlfabriken zum Guß großer Stücke anwendet, ablaufen. In Fig. 12 ist eine Pfanne dieser Art dargestellt. Die Abflußöffnung der Pfanne am Boden ist mit einem Zapfen verschlossen, um mit Hülfe eines Krahns eine oder mehre Formen füllen zu können.

Hr. Bessemer ist der Meinung, daß die Dauer eines Prozesses durch eine Art von Nachzähler, der das Volum des benutzten Windes mißt, regulirt werden könne. Dies setzt aber offenbar voraus, daß die von dem Gebläse angesaugte Luft stets gleiche Dichtigkeit und Feuchtigkeit, stets denselben Grad der Pressung, und endlich, daß das Roheisen stets dieselbe Beschaffenheit habe.

Sobald die Retorte leer ist, füllt man sie sogleich wieder, um

die Wärme der Wände benutzen zu können. Der Betrieb wird auf diese Weise ununterbrochen fortgesetzt, bis daß das feuerfeste Futter stark angegriffen, welches gewöhnlich nach 24 Stunden der Fall ist; mit zwei wechselsweise betriebenen Apparaten kann man aber ununterbrochen frischen. Bessemer versichert, daß in England ein neues Futter nur 12 Schill. (4 Thlr.) koste, daß es in wenigen Stunden eingebracht sei, bereits nach zwei Stunden benutzt werden, und 70 bis 90 Tonnen aushalten kann. Nehmen wir aber auch diese Zahlen als übertrieben an, so ist es doch klar, daß die Kosten der Futter von geringem Belang sind.

Dauer eines Prozesses und Abgang. — Je nach dem Grade der Entkohlung, den das Produkt erhalten soll, dauert ein Prozeß 16 bis 25 Minuten. Der Abgang beträgt beim Stahl 12 bis 15 und beim Stabeisen 20 bis 22 Proz. Dazu kommt nun noch der Abgang beim Strecken des gewöhnlichen Gußstahls.

Die Bearbeitung der Güsse. — Die Stahl- und Eisengüsse werden wie die gleichen Produkte des gewöhnlichen Frischens geschmiedet, gewalzt u. s. w., jedoch mit dem Unterschiede, daß es selbst beim Eisen niemals nöthig ist, die Schweißhitze anzuwenden; die größten Stücke werden direkt aus dem geschmolzenen Metall dargestellt. Es ist weder Paquettirung noch Zusammenschweißen erforderlich; man streckt das Eisen wie den Gußstahl. Die Schlacken werden durch die Schmelzung selbst ausgetrieben, und die mechanische Arbeit beschränkt sich gewissermaßen nur auf die Ertheilung des verlangten Profils.

Ein Schmieden ist erforderlich, um die Theilchen einander zu nähern und die Dichtigkeit, so wie daher auch die Festigkeit des Produktes zu erhöhen. Dies ist übrigens bei jedem geschmolzenen Metall der Fall; der gewöhnliche Gußstahl, das Kupfer und das Zink erhalten ihre größte Festigkeit nur in Folge eines längern oder kürzeren Schmiedens und Walzens. Diese Zunahme der Festigkeit geht sehr genau aus den nachstehenden Zahlen hervor, die das Resultat der in dem Arsenal zu Woolwich, unter Leitung der Direction des Obristen Wilmot, angestellten Versuche ist.

Beschaffenheit der probirten Metalle	Belastung bis zum Bruch auf 1 Quadratzoll in engl. Pfd.	Belastung bis zum Bruch auf 1 Quadrat-Mill. in Kilogr.
Geschmolzenes Eisen in rohen Güssen, ungeschmiedet . .	41242	28,99
Geschmolzenes Eisen in geschmiedeten oder gewalzten starken Stäben	72613	51,04
Geschmolzenes Eisen unmittelbar zu Kesselblech ausgewalzt	68347	48,04
Gußstahl, in rohen Güssen, drei Durchschnittszahlen von vielen Versuchen	45836 68259 68998	32,22 47,98 48,50
Gußstahl, zu Stäben ausgeschmiedet oder ausgewalzt, drei Durchschnittszahlen von vielen Versuchen	154825 157881 148324	108,83 110,98 104,26

Herr Bessemer giebt in seiner Abhandlung nicht an, woher das benutzte Roheisen gekommen; jedoch scheint das über dasselbe und seinen Preis Gesagte darauf hinzuweisen, daß es aus Rotheisenstein von Cumberland, bei Kokes erblasen ist.

Man ersieht aus dieser Tabelle, daß die Festigkeit in allen Fällen durch das Ausschmieden der Güsse zunimmt, daß diese Steigerung aber besonders beim Stahl bedeutend ist. So verhält sich, wie wir schon oben bemerkten, die Festigkeit des ausgereckten Stahls fast doppelt so hoch, als die des Eisens. Vergleicht man übrigens diese Zahlenwerthe mit der Festigkeit des gewöhnlichen Steinkohleneisens, so findet man, daß sie bedeutend ist; denn diese letzteren widerstehen selten einer Belastung von 40 bis 45 Kilogr. Dagegen erreichen sie aber die Festigkeit der bessern Holzkohleneisensorten nicht, indem dieselben erst bei einer Belastung von 60 bis 65 Kilogr. zerreißen. Das Eisenblech verhält sich relativ besser, denn gewöhnliche gute Sorten tragen mehr als 40 Kilogr.

Eine sehr bedeutende, ja exceptionelle Festigkeit zeigt der Bessemerstahl, da die meisten Arten eine Belastung von 100 und einige die von 110 Kilogr. auszuhalten vermögen, während die gewöhnlichen andern Stahlsorten unter 100 Kilogr. bleiben.

Aus den mitgetheilten Zahlen läßt sich daher folgern, daß der Bessemer'sche Prozeß hauptsächlich zur Stahlfabrikation tauglich ist und daß dieser Stahl wenigstens dieselbe absolute Festigkeit hat, wie der gewöhnliche Gußstahl.

Was nun die andern Eisen- und Stahlsorten betrifft, so folgt aus den zu Woolwich angestellten Versuchen, daß sie ebenfalls so gut sind, wie die besten Produkte des englischen Hüttengewerbes. Das Eisen läßt sich, ohne zu zerbrechen, auf sich selbst zurückschlagen, und der Stahl wird zu allen Bohr- und Drehwerkzeugen verwendet, deren man in den Werkstätten zu Woolwich bedarf.

Eine von dem Chemiker des Kriegsdepartements angestellte Analyse giebt in dem Bessemer'schen Eisen nur 0,0002 Schwefel nebst Spuren von Phosphor und Mangan, aber weder Silicium noch Graphit, so wie nur eine geringe Menge von gebundenem Kohlenstoff an.

Produktionskosten. — Nach dem Obigen ist es klar, daß die Produktionskosten des nach dem Bessemer'schen Verfahren bereiteten Eisens und besonders Stahls nicht sehr hoch sein dürfen. Außer dem Abgange kann man wirklich nur die Arbeitslöhne und die Kosten des Gebläsewindes rechnen; die übrigen Kosten sind unbedeutend, besonders wenn man das Eisen direkt aus den Hohöfen in die Bessemer'schen Oefen bringt, welches sich bei Holzkohlenhohöfen sehr leicht bewerkstelligen läßt.

Bessemer meint, daß in den Rotheisenstein-Distrikten (Cumberland, Lancashire), wenn das Roheisen direkt den Hohöfen entnommen wird, die Produktionspreise des Stahls nicht mehr als 4 L. Sterl. oder 27 1/3 Thlr. die Tonne, d. h. der Centner etwa 1 1/2 Thlr., bei Roheisenpreisen von 2 L. St. 10 Sh. bis 3 L. Stl., betragen.

Zu Woolwich, wo das Brennmaterial, das Roheisen und die Arbeitslöhne aber theurer sind, betragen die Produktionskosten, bei Roheisenpreisen von 3 L. Sterl. 11 Shill. bis 3 L. Sterl. 15 Sh., 6 1/2 L. Sterl. (der Zollcentner etwa 2 Thlr.).

Bei Stabeisen würden die Kosten etwa nachstehende sein:

	Liv.	Sh.		Liv.	Sh.
Roheisen bei einem Abgange von 20 bis 25 Proz.	4,	10	bis	4,	15
Umschmelzkosten im Kupolofen	—	5		—	5
Wind, Arbeitslöhne, feuerfeste Mineralien, diverse und Generalkosten	1,	10		1,	10
	6,	5	bis	6,	10

Folgerungen. — Will man demnach den vorhergehenden Angaben trauen, wozu jeder Grund vorhanden ist, so würde die Gußstahl- und zum Theil auch die Eisenfabrikation nothwendig das Ansehen verändern, und man würde namentlich den ersteren zu weit geringeren Preisen herzustellen vermögen.

Als Material zu dem Bessemer'schen Prozeß kann alles Roheisen benutzt werden, welches weder Schwefel noch Phosphor enthält, indem ein mäßiger Mangangehalt nicht nachtheilig ist, und zwar lassen sie sich am zweckmäßigsten auf Gußstahl verfrischen. Auch in Frankreich (und der Redacteur fügt hinzu: ganz besonders auch in Deutschland) verdient dieses neuere Verfahren eine besondere Aufmerksamkeit. Es kann denjenigen Hüttenbezirken, welche mit Holzkohlen gute Roheisensorten erzeugen, neues Leben gewähren; es gehören in Frankreich dahin die Franche-Comté, das Berry, das Périgord und die Pyrenäen. (In Deutschland würden die Hütten in Steiermark und Kärnthen, in Schmalkalden, im Siegenschen und überall da, wo Spatheisensteine und reine Rotheisensteine vorkommen, ganz besonders zu diesem Betriebe geeignet sein.) Man könnte in allen diesen Gegenden den Herdfrischprozeß aufgeben und die Holzkohlen ausschließlich zum Hohofenprozeß verwenden.

Theoretische Betrachtungen über den Bessemer'schen Prozeß. — Es soll nun der Versuch gemacht werden, wenn auch nicht die vollständige Theorie der neuen Frischmethode, doch wenigstens die wesentlichen Punkte derselben kennen zu lernen.

Es zeigen sich zuvörderst zwei sehr auffallende Thatsachen: die hohe Temperatur, während jedes kohlige Brennmaterial fehlt, und die Schnelligkeit, mit welcher die Arbeit ausgeführt wird.

Ursachen der hohen Temperatur. — Was nun die Temperatur anbetrifft, so müssen wir daran erinnern, daß dieselbe Erscheinung in dem deutschen oder in dem Comté-Feuern beim Aufbrechen vorkommt, indem Mangel an Kohlen bis zu einem gewissen Punkt wesentliche Bedingung einer sehr hohen Temperatur ist, da beim Vorhandensein von Kohle stets Bildung von Kohlenoxyd und folglich relative Abkühlung stattfindet.

Bei dem Bessemer'schen Verfahren gelangt das Metall geschmolzen in die Retorte, d. h. ungefähr mit einer Temperatur von 1600 Grad C.; darauf ist nach wenigen Minuten die Wärme hoch genug, um den Stahl und selbst das Eisen flüssig zu erhalten, welches eine successive Steigerung auf 1800 bis 2000 Grad voraussetzt.

Indem die Luft durch das Roheisen strömt, oxydirt sie das herrschende Metall unmittelbar; die Hitze wird mehr durch die Verbrennung des Eisens, als durch die des Graphits und des Siliciums erzeugt, weil von den drei verbrannten Hauptelementen das Eisen das bei weitem vorherrschende ist.

Verarbeitet man 1000 Kilogr., so wird das Metall in 10 Mi-

nuten in den Zustand des Stahls übergeführt, indem es einen Abgang von 10 bis 15 Pfd. erleidet, von denen etwa 10 Proz., d. h. 100 Kilogr., Eisen sind. Man verbrennt daher in der Minute 10 Kilogr. Eisen. Nun ist es aber leicht, zu zeigen, daß die auf diese Weise entwickelte Wärme hinreichend ist, um das Eisen nach und nach von 1800 auf 2000 Grad zu erhitzen.

Nach Dulong entwickelt das Liter Sauerstoff bei der Verbrennung von Eisen 6216 Wärmeeinheiten, oder eine Gramme Sauerstoff 4227 Einheiten.

Nach Herrn Despretz würde man selbst 5225 Einheiten erhalten.

Wir nehmen die geringere Zahl an, weil bei den calorimetrischen Versuchen das Eisen in den Zustand des magnetischen Oxydes oder selbst des Oxydes übergeht, während in dem Bessemer'schen Apparat das Eisen hauptsächlich in dem Zustande des Oxyduls in Verbindung mit der Kieselerde bleibt, und da wir durchaus nicht wissen können, in welchem Verhältniß die Wärmemengen sich befinden, die nach und nach durch die stufenweise Bildung der Oxyde entwickelt worden ist. Es kann daher auch die Zahl von Dulong noch zu hoch sein. Demnach muß, da bei der vorliegenden Berechnung der entwickelten Wärmeeinheiten die von der Verbrennung des Graphits und Mangans entwickelte Wärme unberücksichtigt bleibt, endlich eine zu geringe Wärmemenge erlangt werden.

Die 10 Kilogr. erfordern, um sich in Oxydul zu verwandeln, $\left(\frac{100}{350}\right)$ 10 Kil. = 2,85 Kil. Sauerstoff und entwickeln folglich 2,85 × 4327 = 12332 Wärmeeinheiten.

In zehn Minuten hat man daher 123320 Wärmeeinheiten.

Diese Wärme dient wesentlich dazu, das Eisen, die Schlacken und den Stickstoff auf 1800 Grad zu erhitzen. Da man aber die specifische Wärme der Schlacken nicht kennt und da das bleibende metallische Eisen $^9/_{10}$ von der gesammten Masse bildet, so kann man, ohne einen wesentlichen Fehler zu begehen, annehmen, daß die gesammte absorbirte Wärme gleich derjenigen ist, die man zur Erhitzung der 1000 Kilogr. Eisen auf 1800° bedarf, wozu auch noch diejenige kommt, die zur Erhitzung der gesammten Luft, und nicht allein die zu den Stickstoffs in einer Temperatur von 1800° erforderlich ist.

Für das Eisen, welches von 1600° ausgeht, hat man:

$$1000 \times 0{,}13 \times 200^0 = 13000 \text{ Einheiten.}$$ [1])

Für die von 0° ausgehende Luft:

$$28{,}5 \text{ Kil.} \times \left(\frac{1000}{231}\right) \times 0{,}26 \times 1800^0 \times 57754 \quad \text{„}$$

Summe: 70754 Wärmeeinh.

Der Unterschied zwischen 70754 und 123320 ist groß genug zur Ausgleichung der Wärmeverluste, welche durch direkte Ausstrahlung und durch die Wände des Apparates ausströmen können, besonders wenn man annimmt, daß sich die Wärme in der Mitte der Eisenmasse selbst und auf dem Wege von 25 kleinen Luftstrahlen, welche die Verbrennung bewirken, entwickelt.

Während der nun folgenden 10 Minuten entsteht noch eine gleiche Hitze, indem die absorbirte nur um die steigt, welche nothwendig ist, um die Luft von 1800 auf 2000 Grad zu erhitzen, d. h. um $28{,}5 \times \frac{2000}{231} \times 0{,}26 \times 200 = 3817$ Wärmeeinheiten. Man würde demnach im Ganzen 74571 statt 70754 Wärmeeinheiten haben; es ist aber nicht dieser geringe Unterschied, der das Eisen verhindern könnte, seinerseits im geschmolzenen Zustande zu verharren.

Es ist wahr, daß die Roheisenmasse recht gut von einem Ueberschusse von Luft durchströmt werden, woraus eine stärkere Wärmeabsorption hervorgehen würde. Man begreift, daß dies hauptsächlich der Fall sein könnte, wenn man zu geringe Roheisenmassen verarbeitet und wenn der Luftstrom nicht hinreichend getheilt ist.

Wenn man übrigens geringe Roheisenmengen, geringere als 100 bis 200 Kilogr., verarbeitet, so ist die von den Wänden der Retorten absorbirte Wärme, oder überhaupt die verlorene Wärme, relativ weit stärker; auch würde es unter diesen Verhältnissen offenbar schwierig sein, die Bildung von Luppen zu verhindern. Aus diesem Grunde empfiehlt Herr Bessemer die Bearbeitung großer Massen und schreibt selbst den Nichterfolg seiner ersten Versuche weit eher den kleinen Massen, mit denen er dieselben anstellte, als dem Vorhandensein von Schwefel und Phosphor in dem Roheisen zu. Bei der Bearbeitung kleiner Massen stieg auch der Abgang oft bis auf 40 Prozent.

Es muß auch noch bemerkt werden, daß man anfänglich den

---

1) Diese Zahl ist etwas niedrig, weil 0,13 die specifische Wärme des Eisens zwischen 0° und 300° ist, und weil seine Wärmecapacität mit der Temperatur steigt.

Wind von der Seite, durch größere und zahlreichere Düsen einströmen ließ, was offenbar die Absorption des Sauerstoffs vollständig und die der erzeugten Wärme schwieriger machte.

Es folgt daraus, daß aus dem Gesichtspunkte der entwickelten Wärme das Bessemer'sche Verfahren nothwendig um so besser gelingen muß, je höher (jedoch innerhalb gewisser Grenzen) die Säule des flüssigen Metalles und folglich der Druck des Windes stärker sein muß; es ist daher auch der Grad der Theilung dieses letztern in kleine Strahlen weit bedeutender.

Die warme Luft würde die Temperatur des Produkts offenbar steigern; allein wenn man durch die Ausdehnung der Luft den eingetriebenen Sauerstoff vermindern wollte, so würde andererseits eine minder lebhafte Verbrennung und eine minder starke örtliche Hitze stattfinden.

Es würde von Interesse sein, zu wissen, ob in dem Fall der oben entwickelten Bedingungen Ueberschuß der Luft stattfindet oder nicht. Man könnte dahin gelangen, wenn es möglich wäre, das eingeblasene Volum genau zu berechnen.

Es ist aber der Querschnitt der Düsen mehr oder weniger durch die Verstopfungen und durch die mehr oder weniger von dem Druck des Roheisens geschwächte Spannung des Windes verengt. Man müßte daher zu der Lösung der Frage zu der Analyse der aus der Retorte entweichenden Gase greifen.

Weil diese Analysen nun fehlen, so müssen wir den Versuch machen, uns Rechenschaft durch die Berechnung zu geben.

Der Druck des Windes beträgt im Durchschnitt 2 Atmosphären, d. h. eine Atmosphäre über der gewöhnlichen Spannung. Im Fall einer Charge von 1000 Kilogr. ist die flüssige Roheisensäule fast gleich $^1/_3$ Atmosphäre; berücksichtigt man aber die übrigen zu überwindenden Hindernisse, so muß sicher ein Gesammtverlust von einer halben Atmosphäre stattfinden. Die treibende Spannung beträgt folglich eine halbe Atmosphäre. Man findet demnach, daß die 25 Düsen von 26 Millim. Durchmesser in der Minute einen Luftstrom bilden müssen, welcher, auf 0 Grad und auf 0,76 Met. zurückgeführt, 13,5 Cubikmeter betragen und ein Gewicht von 1,55 Kilogr. haben muß.

Wenn anderntheils die 2,85 Kilogr. Sauerstoff, der in der Minute von dem Eisen absorbirt wird, 12,34 Kilogr. Luft entsprechen, und wenn man das Gewicht des Sauerstoffs hinzufügt, welcher von

den 2 bis 4 Kilogr. Graphit und Silicium absorbirt worden ist, so würde man fast zu der oben gefundenen Zahl gelangen.

Es scheint demnach, daß der Verbrennung wenig Sauerstoff entgehen kann, und wirklich würde man auch ein anderes Verhalten nur schwierig begreifen, wenn in einer so hohen Temperatur das Roheisen durch eine Reihe so schmaler Luftstrahlen durchschnitten wird.

Wir wollen nun zum Frischen selbst übergehen, um zu sehen, durch welche Reactionen das Roheisen in so kurzer Zeit verfrischt werden kann.

Ursachen des schnellen Verfrischens. — Es ist zuvörderst das nicht Vorhandensein der Kohle, die genau wie bei dem gewöhnlichen Verfrischen im Herde der oxydirenden Einwirkung der Luft und der Schlacken das Gegengewicht hält. Es ist alsdann die so hohe Temperatur und die genaue Vermischung der Luft und des Roheisens, die offenbar eine weit schnellere und gleichförmigere Oxydation hervorbringen müssen, als das unvollkommene Rühren des Puddlers auf der Flammofensohle. Soll nun in diesem letztern Falle die Schlacke sich mit dem Roheisen vermengen und auf dasselbe einwirken, so muß dasselbe nur halbflüssig sein und folglich eine verhältnißmäßig wenig hohe Temperatur haben; während in dem Bessemer'schen Apparat die lebhafte Bewegung, die dem Metall durch 25 Strahlen mitgetheilt wird, die Schlacke und das Roheisen, ungeachtet ihrer außerordentlichen Flüssigkeit und des Unterschiedes ihrer Dichtigkeit, unaufhörlich mit einander vermengt werden. Die Reaktionen sind daher in dem letztern Fall weit lebhafter und stärker.

Wir wollen nun ein von Schwefel und Phospor freies Roheisen annehmen.

Das Eisen wird durch die Luft oxydirt und mit ihm entweder direkt oder besonders indirekt das Silicium und der Kohlenstoff, zuvörderst aber der erstere, wegen Verwandtschaft des Kiesels zum Eisenoxyd.

Das überschüssige Eisenoxyd greift übrigens die Wände der Retorte stark an und bildet durch diese doppelte Thatsache ein basisches Eisen-Thonerdesilikat. Wenn das Silicium oxydirt ist, so verschwindet seinerseits der Kohlenstoff durch die Reaktion der basischen Schlacke, wie bei dem Stahlpuddeln, und das Produkt wird demnach, je nach der Dauer der Arbeit, auf mehr oder weniger gekohltes Eisen zurückgeführt werden. Es wird dieses harter oder weißer Stahl, stahlartiges oder selbst weiches Eisen sein. Einige Minuten mehr oder weniger

sind dazu hinreichend, indem die Entkohlung noch rascher erfolgt, als bei dem Stahlpuddeln.

Wenn das Roheisen Mangan enthält, so oxydirt dasselbe zum Theil direkt wie das Eisen, allein hauptsächlich indirekt durch das Eisenoxyd. Das Mangan als starke Basis wird übrigens die Abscheidung des Siliciums beeilen. Das sehr kieselerdehaltige Roheisen wird demnach leichter zu verfrischen sein, wenn es zu gleicher Zeit Mangan enthält. Jedoch ist das Vorhandensein dieses Metalles bei dem Bessemer'schen Verfahren nicht unbedingt nothwendig, wie es die Resultate beweisen, die man mit dem Roheisen aus Cumberland erlangt hat, welches aus Rotheisenstein erblasen wird, das im Allgemeinen nur einen geringen Mangangehalt hat.

Der Phosphor wird bei dem neuen Verfahren nicht ausgeschieden, und selbst das Mangan scheint seine Abscheidung nicht zu erleichtern, indem die Erze aus den englischen Steinkohlengebirgen, welche sämmtlich phosphorhaltig und reich an Mangan sind, stets schlechte Resultate gegeben haben.

Der Phosphor könnte nur als phosphorsaures Eisen oder Mangan ausgeschieden werden; nun wird aber das phosphorsaure Eisen durch metallisches Eisen in den Zustand des Phosphorets zurückgeführt und sehr wahrscheinlich findet dasselbe auch in Beziehung auf phosphorsaures Mangan statt. In den Feineisenfeuern, den Frischheerden und den Puddelöfen gelangt ein Theil des Eisens in die Schlacken, weil die Berührung zwischen diesen beiden letztern genau und die Hitze weniger hoch ist; wenn aber das Eisen selbst geschmolzen und unaufhörlich durch den Wind vermengt wird, so muß sie nothwendig sehr stark auf die momentan gebildete phosphorsaure Verbindung zurückwirken. Die hohe Temperatur muß übrigens die Verwandtschaft der Phosphorsäure für das Eisenoxyd eher vermindern als erhöhen.

Bei dem jetzigen Zustande des Verfahrens oder wenigstens eines sehr kräftig einwirkenden besondern Reagens scheint es schwierig, daß das phosphorhaltige Roheisen, selbst das manganhaltige, durch den Bessemer'schen Prozeß zu Gute gemacht werden kann.

Der Schwefel ist eben so wenig leicht abzuscheiden. Bekanntlich wird das Schwefeleisen durch das Oxydul und noch weit weniger durch das Eisensilicat zersetzt. Unter dem direkten Einfluß der Luft muß ein Theil des Schwefels sehr wahrscheinlich als schweflichte Säure entweichen; allein dieses Gas selbst wird ebenfalls durch das Eisen zersetzt, so daß in der Wirklichkeit die Vertreibung

des Schwefels sehr unvollkommen bleibt. Wegen der hohen Temperatur und der genauen Vermischung der Substanzen verhält es sich mit dem Schwefel wie mit dem Phosphor; jedenfalls läßt er sich mit den Bessemer'schen Apparaten besser abscheiden, als in den Frischherden und Puddelöfen.

Die Frischschlacken enthalten fast stets Schwefel und derselbe kann nur als Oxysulphuret oder als Sulphosilikat vorkommen.

Die Oxysulphurete sind aber wenig stetige Zusammensetzungen, und nach der Ansicht Gruner's müssen sie sich in einer hohen Temperatur zwischen dem Silicate und dem Metall vertheilen. Was nun das Sulphosilikat oder das doppelte Sulphuret des Eisens und des Siliciums betrifft, so widersteht es nur schwierig dem doppelten Einfluß des Eisens und Windes; es entsteht gewöhnliches Silicat, und der Schwefel muß sich von Neuem mit dem Eisen verbinden. Bekanntlich entwickelt sich aus vielem Roheisen im Augenblick seines Ablassens aus dem Hohofen Siliciumsulphuret. Außer der geringen Schwefelmenge, die als schweflichte Säure oder als Siliciumsulphuret entweichen kann, scheint es, daß dieses Element sich vielmehr in dem Metall concentriren kann.

Dennoch ist der Schwefel minder nachtheilig, als der Phosphor, indem man aus Kokesroheisen gutes Eisen und guten Stahl darstellen kann. Außerdem wirkt auf das aus Spatheisenstein, sowie aus Magneteisenstein, der stets Schwefelkies eingemengt enthält, erblasene Roheisen Mangan, wegen seiner großen Verwandtschaft zu dem Schwefel, die sich nicht allein im Hohofen, sondern auch bei der Frischarbeit zeigt, wesentlich verbessernd ein.

Kurz es ist hauptsächlich das phosphorhaltige Roheisen, welches mittelst des Bessemer'schen Prozesses nicht gut verarbeitet werden kann; allein außer diesem und dem sehr schwefelkieshaltigen Roheisen scheint das neue Frischverfahren, bei zweckmäßiger Anwendung, selbst bei der Verarbeitung von Kokesroheisen, recht gute Resultate zu geben. Jedoch ist es ganz klar, daß bei übrigens gleichen Verhältnissen das Holzkohlenroheisen stets den Vorzug verdient. Es ist demnach den Eisenhüttenbesitzern in denjenigen Gegenden, in welchen gutes und besonders zur Stahlarbeit zweckmäßiges Eisen gemacht wird, sehr zu empfehlen und Versuche mit dem Bessemerprozeß anzustellen, indem sie gewiß bessere Resultate als mit dem Roheisen von Cumberland erreichen werden.

Bekanntlich hat Tunner zu Leoben aus den schwedischen Jern

Kontorets Annaler in der Oesterreichischen Zeitschrift (daraus in diesem Werke Bd. III, S. 366 ff. und Bd. IV, S. 287 ff.) eine sehr wichtige Arbeit über die Fortschritte der Bessemer'schen Stahlarbeit in Schweden mitgetheilt. Bis zum Juni 1859 hatte man sich dort ausschließlich des ältern unbeweglichen Ofens bedient, der nur eine geringe Anzahl von an der Seite angebrachten, 15 bis 20 Millimet. weiten Formen hatte; eine offenbar weit ungünstigere Einrichtung, als die jetzt angenommene und oben beschriebene.

Dennoch stimmen die in Schweden erlangten Resultate mit den obigen überein.

Um einen vollkommen flüssigen Stahl zu erlangen, ist ein Wind von starker Pressung erforderlich. Die Chargen betrugen 800 bis 1000 Kilogr. Der Abgang des Stahls in Güssen betrug 12 bis 14 Proz.; die Dauer eines Prozesses 7 bis 10 Minuten. Der Zuschlag von reichen und manganhaltigen Erzen zur Erleichterung der Entkohlung erschien eher nachtheilig als nützlich.

Die warme Luft hat den Prozeß aufgehalten und eine minder hohe Temperatur entwickelt, und zwar wegen der geringeren Sauerstoff-Gewichtsmenge, die in der Zeiteinheit in das Roheisen gelangt ist.

Der erhaltene Stahl kann mit dem gewöhnlichen Gußstahl verglichen werden. Schon vor zwei Jahren konnte man die Bessemermethode aus der Versuchepoche in das praktische Leben getreten ansehen, wenigstens was den eigentlichen Stahl betrifft, denn mit dem Frischen auf Eisen scheint man sich wenig oder gar nicht beschäftigt zu haben.

Verbesserte Einrichtung des Bessemer'schen Apparates. — Der englische Ingenieur W. Fairbairn hat in seinem Werkchen „On Iron", worüber wir auf S. 52 referirt haben, den Bessemer'schen Stahlprozeß sehr genau im 8. Kapitel S. 131 bis 168 beschrieben.

In der Form des sogenannten Ofens (der Retorte) und an den zur Erleichterung der Operation dienenden Vorrichtungen sind mehrere wichtige Verbesserungen gemacht worden. Bei der früheren Construction traten die Windformen am Boden der Retorte ein, daher man vor dem Einfüllen der Charge geschmolzenen Roheisens das Gebläse anlassen mußte. Die Fig. 14 und 15, Taf. IV, zeigen die Form des Apparats, wie er gegenwärtig construirt ist, im senkrechten Durchschnitte und im Aufriß. Die aus Kesselblech angefertigte und mit feuerfestem Thon oder Lehm gefütterte Retorte A hat die Kugelgestalt und ruht auf Zapfen; auf einem derselben ist eine

Scheibe B aufgestellt, um die ein Drahtseil geht, welches an eine hydraulische Hebevorrichtung befestigt ist. Der Wind wird in die Retorte von oben nach unten mittelst einer einzigen Form D eingeführt, welche durch einen kleinen hydraulischen Krahn E emporgehoben oder niedergelassen werden kann. Das Windrohr G steht senkrecht über der Hüttensohle. Die Form besteht aus kreisförmigen Ziegeln, welche in der Mitte ein Loch haben, durch das eine Eisenstange geht, mittelst deren sie fest zusammengehalten wird. Um das geschmolzene Metall aus dem kugelförmigen Behälter in die kesselförmige Gießpfanne auszuziehen, dreht man ihn auf seinen Zapfen, bis die Mündung tief genug herabgekommen ist. Nach beendigtem Prozeß wird die Gießpfanne an den Arm eines hydraulischen Krahns gehängt, mittelst dessen sie über jede der in einem Kreise angeordneten Zainformen hingeführt werden kann. Das Metall läuft durch ein Loch im Boden der Pfanne aus, welches mit einem konischen Thonpfropf verschlossen wird, sobald eine Zainform gefüllt ist. Die kugelförmige Retorte hat 7 Fuß äußern Durchmesser.

In der Periode des Prozesses, welche unmittelbar auf das Kochen folgt, ist sämmtliches Roheisen in Gußstahl von gewöhnlicher Qualität verwandelt. Durch die Fortsetzung des Prozesses geht der so erzeugte harte Stahl zuerst in weichen Stahl, dann in stahlartiges Eisen, endlich in sehr weiches Eisen über.

Wenn man den Prozeß in der geeigneten Periode unterbricht, so erhält man Halbstahl (semi-steel), dessen Härte zwischen derjenigen des gewöhnlichen Gußstahls und des weichen hämmerbaren Eisens beiläufig in der Mitte liegt. Diese Stahlsorte besitzt eine viel größere absolute Festigkeit, als weiches Eisen, dabei ist sie elastischer als dieses, ferner viel härter, und wird also nicht so leicht abgenutzt, wie weiches Eisen; überdieß ist sie nicht so spröde wie gewöhnlicher Gußstahl und daher leichter zu bearbeiten. Wegen dieser Eigenschaften eignet sich der Halbstahl ganz besonders für Zwecke, welche Leichtigkeit des Materials in Verbindung mit Festigkeit desselben erheischen, oder wo das Material der Abnutzung widerstehen soll, z. B. für Eisenbahnschienen, welche wegen ihrer Weichheit und blättrigen Textur bald zerstört werden. Die Kosten des Halbstahls werden um einen Bruchtheil geringer sein, als diejenigen des Schmiedeeisens, weil der Metallverlust in Folge von Orydation im Umwandelungsbehälter um beiläufig $2\frac{1}{2}$ Proz. geringer ist, als bei der Erzeugung von Schmiedeeisen; da jedoch der Halbstahl ein wenig schwieriger zu walzen ist, so darf man wohl annehmen, daß er sich auf gleichen

Preis mit dem Stabeisen stellt. Die absolute Festigkeit desselben ist aber um einige 30 bis 40 Prozent geringer als diejenige des Stabeisens, weshalb von ihm für die meisten Zwecke ein viel geringeres Gewicht angewandt werden kann, und in diesem Sinne kann man sagen, daß wir im Halbstahl gegenwärtig das wohlfeilste Metall besitzen.

Professor Alexander Müller zu München macht über die Bessemer'sche Stahlbereitung im Journal für praktische Chemie und im Polytechn. Journal, Bd. 160, S. 291, die nachstehenden interessanten Bemerkungen: — Die herrliche Idee Bessemer's, das Roheisen durch wohl abgemessene Entkohlung unmittelbar in Gußstahl zu verwandeln, statt diesen, wie bisher, durch mühsames Schmelzen der äußerst schwierig zu sortirenden Stücke von Cementstahl zu bereiten, der seinerseits durch die kostspielige und unsichere Methode des Glühens mit Kohle aus Stabeisen gewonnen ward, welches letztere, seinen chemischen Eigenschaften nach, als das natürliche Endprodukt aller Eisenindustrie doch noch allgemein den Ausgangspunkt für alle Eisenwaaren von niedrigerem Kohlengehalte, als dem des Roheisens, trotz seiner höchst umständlichen Herstellung, bildet — diese herrliche Idee ist nun endlich in das Stadium der Verwirklichung gelangt, daß ihre industrielle Ausführbarkeit nicht mehr bezweifelt wird. Die ersten größeren Versuche sind zwar bereits vor fünf Jahren in England angestellt worden, aber noch vor zwei Jahren, nachdem man während ungefähr 10 Monaten mit der Methode auch in Schweden experimentirt hatte, betrachteten die Männer der Praxis die Bessemer'sche Stahlbereitung als eine müßige und hoffnungslose Erfindung, weil dieselbe nie ein homogenes, schlackenfreies Produkt liefern könne. Leider war die Wirklichkeit nicht im Stande, jene verurtheilende Behauptung völlig zu widerlegen, indem ein tadelloser Stahl nur ausnahmsweise erzeugt wurde, wenn die Constellation der einwirkenden Umstände eben eine günstige war; diese Umstände zu beherrschen, war man weit entfernt, weil man sie trotz vielfachen und höchst kostspieligen Probirens mit Tausenden von Centnern Roheisen noch nicht hatte kennen lernen. Die Idee sollte gewaltsam verwirklicht werden.

Auch die eisernste Geduld mußte bei so erfolglosen Versuchen ermüden, selbst wenn die Geldkrisis vom Jahre 1857 nicht gleichzeitig zu haushälterischer Sparsamkeit ernst gemahnt hätte — und der Besitzer des Eisenwerks Edsken in Gestriksland, Hr. Consul Göran-

son, war entschlossen, alle weiteren Versuche mit der Bessemer'schen Stahlbereitung einzustellen.

In diesem traurigen Zustande stand die Angelegenheit, als Hrn. Müller eine Amtsreise Ende Juni 1858 in die Nähe von Edsken führte und mit Hrn. Göranson bekannt machte. Er wohnte einer Stahlblasung bei; er sah, daß die befolgte Methode viel zu wünschen übrig ließ, aber bei näherer Besprechung der Verhältnisse befestigte sich ihm mit unwiderstehlicher Gewalt die Ueberzeugung, daß man mit Einhaltung eines mehr naturwissenschaftlichen Weges, als dem des rohen Probirens nach den Kunstregeln der gewöhnlichen Eisenindustrie, wohl zu einer gewissen Herrschaft über die einwirkenden Umstände müsse gelangen können.

Diese Ueberzeugung gewann Hr. Müller vorzüglich durch die Thatsache, daß die Selbstverbrennung [1]) des Gußeisens im Stahlofen mehr als einmal von einer Temperatur gefolgt war, welche fast völlig entkohltes Eisen, weiches Schmiedeeisen, wie Quecksilber zum dünnen Fluß brachte. Auf der Dünnflüssigkeit des mehr oder weniger entkohlten Eisens aber beruht die Möglichkeit, das weiche Eisen oder den Stahl schlackenfrei und homogen zu gewinnen. Mit der Herrschaft über eine ausreichend hohe Temperatur war also die Möglichkeit, ein brauchbares Produkt zu erblasen, aufs Engste verknüpft; in zweiter Linie stand dann die Aufgabe, der Entkohlung so Herr zu werden, daß man nach Belieben

1) Herr Müller spricht von einer Selbstverbrennung des Roheisens während der Bessemer'schen Stahlbereitung, weil er die vom Urheber der Methode gehegte Ansicht auch jetzt noch nicht aufgegeben habe, daß nämlich die Entkohlung des weißglühenden Eisens auf einer unmittelbaren Oxydation durch die eingeblasene Luft beruht, in ähnlicher Weise als man aufspritzende Tropfen des eben vom Hohofen rinnenden Eisens oder als man eine Stahlfeder in Sauerstoffgas mit lebhaftem Funkensprühen verbrennen sieht, nur daß sie nicht wesentlich durch vorerst gebildetes Oxyd oder durch Frischschlacke bedingt wird, so wichtig auch die Gegenwart dieser Körper für die Frischung bei verhältnißmäßig niedriger Temperatur ist, um den Sauerstoff der Gebläseluft auf das Eisen zu übertragen. Das schließt nicht aus, daß unmittelbar gebildetes Eisenoxyd (oder Eisenoxydul) zur feinen Vertheilung des Sauerstoffs durch die Eisenmasse dienen kann, indem es in dem flüssigen Metall mechanisch einmengbar ist, wie Thon (oder auch Luft) mit Wasser angerührt werden kann. Das eigentliche gewaltsame Aufkochen des Eisens, das man mitunter im Bessemer'schen Ofen oder selbst während des Abzapfens in die Coquillen beobachtet, scheint darauf zu beruhen, daß unvollständig entkohltes Eisen und mit fein eingemengtem Oxyd beladenes Eisen durcheinander geschüttelt werden.

und nicht nach Zufall, härteren oder weicheren Stahl oder Schmiedeeisen erzeugen könne.

Bezüglich des ersten Punktes mußte man untersuchen, auf welche Weise man am sichersten und vollständigsten der Abkühlung vor und während der Entkohlung entgegenwirken könne.

Mit je höherer Temperatur das Eisen in den Stahlofen gebracht wird, desto leichter oxydirt es sich. Das Beste würde sein das Roheisen direkt vom Hohofen in den Stahlofen fließen zu lassen; wo das nach den örtlichen Verhältnissen nicht thunlich ist, muß man sein Augenmerk darauf richten, die Gießkelle, welche das Roheisen aufnehmen soll, vorher möglichst zu erhitzen und in kürzester Zeit in den Stahlofen vor Aufnahme des Roheisens eine möglichst hohe Temperatur zu geben. Zu solcher Anheizung eignen sich Kokes am besten, wenn nicht etwa deren Berührung einen ungünstigen Einfluß auf das schmelzende Holzkohleneisen ausübt.

Eben so sehr war darauf zu achten, daß nicht die eingeblasene Luft, statt durch Unterhaltung des Verbrennungsprozesses die Temperatur zu erhöhen, vielmehr die Abkühlung beschleunigte. Obgleich das Eisen für sich zur Erzeugung einer hohen Verbrennungstemperatur sehr geeignet erscheint, weil dessen Verbrennungsprodukt ein fester Körper ist, im Gegentheil zu den stark wärmebindenden Verbrennungspaodukten des Kohlenstoffes oder der festen Kohlenwasserstoffverbindungen, so verschwindet doch dieser Vortheil in dem Grade, als der Sauerstoff der Luft nur theilweise verbraucht wird und der Rest gleich dem Stickstoff der Luft, statt Wärme zu geben, Wärme entführt. Selbst die Schnelligkeit der Oxydation ist von Bedeutung, denn je schneller die Verbrennung des Eisens verläuft, um so mehr übersteigt die Wärmebildung die unmöglich ganz zu vermeidende Wärmeleitung nach außen.

War diese erste Aufgabe, nämlich die Temperatur des verbrennenden Eisens hinlänglich hoch und damit zugleich das Eisen dünnflüssig zu erhalten, gelöst, so konnte man mit ziemlicher Sicherheit auch auf die Erreichung des andern Zieles hoffen, auf das Ziel eines willkürlichen Abschlusses der Oxydation bei mehr oder weniger vollständiger Entkohlung des Roheisens. Die Gewichtsmenge des eingeblasenen Sauerstoffs im Vergleich mit der Gewichtsmenge des eingesetzten Roheisens mußte ein um so sichererer Maßstab für den Verlauf des Prozesses werden, je gleichartiger die übrigen Bedingungen von einer Oxydation zur anderen gegeben wurden. In erster Reihe mußte hierbei die Gleichartigkeit des Ganges im Hohofen als

Bedingung eines gleichartigen Roheisens gefordert werden. Wenn auch der calorische Effekt verbrennenden des Eisens nicht wesentlich geändert werden kann durch die Unterschiede im Kohlenstoffgehalt des grauen oder halbirten Eisens oder des Spiegeleisens, oder selbst durch Unterschiede im Mangangehalt und anderen Beimengungen, so scheint doch die Vermuthung gerechtfertigt, daß durch diese Verhältnisse die Neigung des Eisens zur Oxydation ganz bedeutend beeinflußt werde. Besonders möchte der Mangangehalt des Roheisens von entscheidendem Einfluß sein, weil Hrn. Müller das Mangan vor allen andern Bestandtheilen des Roheisens geschickt erscheint, wie ein Zunder die Oxydation einzuleiten und zu unterhalten. Mit der Erzeugung eines fortwährend gleichartigen Roheisens hängt auch die Gleichartigkeit der Temperatur zusammen, wenn man nur immer mit gleicher Sorgfalt die Abkühlung des abgestochenen Eisens während des Ueberfüllens in den Stahlofen verhütet oder vermindert.

Man hatte ferner eine möglichste Gleichmäßigkeit zu erstreben in der Beschaffenheit des Stahlofens und der Gebläseluft. Bezüglich des Stahlofens ist vorzüglich zu berücksichtigen die Temperatur vor dem Einsetzen des Eisens; da er häufige Erneuerung verlangt, theils der Formen, theils der inneren Auskleidung überhaupt, so können leicht Ungleichheiten in der Gestalt wie im Trocknungsgrad vorkommen. Bezüglich der Luft ist möglichste Gleichmäßigkeit zu beobachten, in deren Temperatur und Feuchtigkeitsgehalt, in deren Druck und Schnelligkeit, sowie Richtung und Vertheilung. Nach den lehrreichen Beobachtungen des königl. Preuß. Oberinspector Eck scheint ein größerer Feuchtigkeitsgehalt der Luft eine Temperaturerniedrigung im Hohofen zur Folge zu haben; eine ähnliche Wirkung dürfte die Feuchtigkeit der Luft im Stahlofen äußern. Eine höhere Temperatur der Luft scheint vortheilhaft, weil sie der Abkühlung des Ofens entgegenwirkt, dagegen dürfte dieser Vortheil mehr als aufgewogen werden durch die verbundene Verdünnung der Luft. Der Druck der eingeblasenen Luft muß nach der Höhe der Eisensäule bemessen werden, welche zu durchbrechen ist; er muß den Druck der Eisensäule noch um etwas übertreffen, um das Einströmen des Eisens in die Formen zu verhüten. Jeder Ueberschuß trägt dazu bei, die Schnelligkeit der Luftströmung durch das Eisen zu befördern, also die Entweichung der Luft aus dem Eisen, eine völlige Ausnutzung des Sauerstoffs, zu beschleunigen. Mit Einhaltung dessen wird eine Vergrößerung der Eisensäule oder mit anderen Worten eine Ausstreckung des Ofens in der Höhenrichtung auf Kosten der Weite, zur

Verdichtung des eingeblasenen Sauerstoffs und so mittelbar zur Lebhaftigkeit des Verbrennungsprozesses beitragen.

Wir haben endlich von der Richtung und Vertheilung der eingeblasenen Luft zu sprechen, insofern davon die Verwerthung ihres Sauerstoffs abhängt. In je kleineren Blasen und je weiter in das Innere die Luft in die Eisenmasse eindringt und je länger sie darin zurückgehalten wird, um so leichter muß die Entkohlung des Eisens vor sich gehen. Zugleich hat man in der eingeblasenen Luft den einfachsten Rührapparat, um die innigste Mischung des mehr oxydirten mit dem noch weniger entkohlten Eisen zu bewirken, worauf ein kurzes Stehenlassen des füssigen Eisens im Ofen zur Abscheidung der noch eingemengten Schlackentheilchen auf die Oberfläche des schweren Metalls genügen dürfte.

Die hier dargelegten Ansichten vom Wesen der Bessemer'schen Stahlbereitung schienen von der Wahrheit nicht sehr abzuweichen; sie erklärten einige Beobachtungen und zeigten, auf welche Weise die ferneren Versuche zu führen. Sie erklärten, daß Anwendung erhitzter Gebläseluft ohne Nutzen war, daß im Gegentheil die Stahlbereitung während des Winters bessere Resultate lieferte, als während des Sommers; daß eingeblasener Wasserdampf den Gang des Stahlofens sehr verschlechterte, daß Einführung von Kieselsäure, Kohlenstaub und Braunsteinpulver mit der Gebläseluft in den Stahlofen ebenso erfolglos war, als eine Ladung des Ofens mit den gekörnten Stahlabfällen oder Schlacken einer früheren Schmelzung; daß dagegen ein Mangangehalt des Roheisens die Entkohlung wesentlich fördern müsse.

Bezüglich dessen, was in Zukunft zu geschehen habe, schien es wohl deutlich, daß eine Verbesserung des Hohofenganges, eine stärkere Anheizung der Schöpfkellen und des Stahlofens, eine beschleunigte Ueberfüllung des Roheisens vom Hohofen in den Stahlofen, eine Verengerung des letzteren zur Hervorbringung einer höheren Eisensäule, eine Verstärkung des Druckes der Gebläseluft und vorzüglich die Anwendung einer einzigen Reihe Formen statt der bisher gebrauchten zwei Reihen, zu einem regelmäßigen Gang der Stahlbereitung beitragen werde; doch glaubte Müller den Rath geben zu müssen, alle weiteren Experimente so lange ganz zu unterlassen, bis man einen wissenschaftlich gebildeten Chemiker gewonnen habe, der den Gang der Operationen durch sorgfältig ausgeführte Analysen aufhellen könne. Eine vergleichende Untersuchung von Proben des eingesetzten Eisens, vor und während des Stahlblasens, so wie

von den gleichzeitig gebildeten Schlacken und dem Endprodukte, dem fertigen Stahl oder weichen (vielleicht stickstoffhaltigen) Eisen genommen, mußte Einsicht in die allmälige Verwandlung des Roheisens und in die Rolle der mehr oder minder zufälligen Begleiter des Eisens, als des Mangans, der Kieselsäure u. s. w. geben. Die wichtigsten Aufschlüsse aber dürfte man von einer Untersuchung der aus dem Stahlofen strömenden Gase erwarten; durch sie erhält man ein Bild von der Betheiligung der Gebläseluft an der Entkohlung des Eisens, theils in wie weit der Sauerstoff bei dieser oder jener mechanischen Anordnung des Ofens und der Formen, mehr oder weniger vollständig, verbraucht wird, theils in welchem Verhältnisse die Verbrennung des Kohlenstoffs zur Oxydation des Eisens und dessen Begleitern steht.

Eigenthümliche Umstände ließen jedoch den Besitzer des Eisenwerks auf Benutzung der von den vorgeschlagenen wissenschaftlichen Untersuchungen zu verhoffenden Aufschlüsse verzichten und ein weiteres Experimentiren auf gut Glück vorziehen.

In der That schien auch das Glück hold zu sein. Mit Einführung der oben angedeuteten Verbesserungen gewann die Stahlbereitung unzweifelhaft an Sicherheit. Besonders vortheilhaft zeigte sich die Beschränkung der Formen auf eine einzige Reihe nahe am Boden des Stahlofens, indem hierdurch bewirkt ward, daß sämmtliche Gebläseluft die Eisensäule in deren gesammter Höhe durchdringen mußte, wie viel oder wie wenig das Eisen auch aufschäumen mochte, während vordem die von der oberen Reihe eingeblasene Luft mehr oder weniger unbenutzt, also abkühlend, durch die geringere Menge darüber stehenden Eisens entwich. Zahlreiche und theuere Versuche kostete dagegen die Beantwortung der Fragen: welche Weite der Formen, welche Anzahl und Richtung derselben, welche Windpressung ist für die gegebenen Verhältnisse des Stahlofens die zweckmäßige?

Betreffend die Richtungen der Formen, war es wohl bei der Cylindergestalt des Ofens das Natürlichste, die Luft von einer Peripherie nach dem Centrum einzublasen; bei gehöriger Pressung drang die Luft auf solche Weise in aufsteigender Bogenlinie nach der Mitte der Eisenmasse, hob sie gleich einer Fontaine gegen die Decke des Ofens und ließ beim Entweichen das Eisen an den Wänden des Ofens zu erneutem Kreislauf zurücksinken. Man hatte aber zur Zeit den Formen eine etwas excentrische Stellung gegeben, um das Eisen in eine rotirende Bewegung zu versetzen. Wozu das nützen sollte,

war dem Hüttenpersonal nicht klar, genug die Einrichtung war so getroffen und an dem so eingerichteten Ofen versuchte man weitere oder engere Formen mit schwächerer oder stärkerer Pression, doch ohne entscheidende Erfolge. Man stellte dann die Formen einmal central und fand dabei eine deutliche Verschlechterung des Ganges, zufolge einer auffallenden Abkühlung des Eisens, während des Blasens. Man kehrte darauf zur excentrischen Stellung der Formen zurück, aber mit Verdoppelung ihrer Anzahl und beobachtete eine ebenso auffallende Temperatursteigerung im Eisen, als kurz zuvor Abkühlung mit den central gerichteten Formen.

Von diesem Tage an (Ende Juli 1858) ging die Stahlbereitung unvergleichbar sicherer als früher, weil man die Erzeugung und Erhaltung des nöthigen Hitzegrades mehr in seine Gewalt bekommen hatte, aber die Methode hat seit dieser Zeit nicht die Fortschritte gemacht, die man damals zu hoffen berechtigt war, und wird wohl auch nur langsam sich fortentwickeln, so lange man die Ausführung der von Herrn Müller angedeuteten wissenschaftlichen Untersuchungen für überflüssig hält. Ueber die technische Seite der Bessemer'schen Stahlbereitung sind durch Herrn Hüttendirector Grill erschöpfende Berichte in den Annalen des schwedischen Eisencontors mitgetheilt worden.

Von diesen Berichten hat Herr P. Tunner eine deutsche Uebersetzung veröffentlicht, welche auch in diesem Werke, Bd. III, S. 366 und Bd. IV, S. 287, mitgetheilt wurde.

Ueber die neueren Fortschritte der Stahlerzeugung durch das Windfrischen, macht der Berggeist, 1861, Nr. 38, interessante Bemerkungen, auf die wir verweisen.

Ueber die Fabrikation des Gußstahls (mittelst des Bessemerprozesses) und über die Anwendung desselben zum Maschinenbau &c., spricht H. Bessemer zu Sheffield selbst, im Repert. of Patent Inv., October 1861, und daraus im Polytechn. Centralblatt, Nr. 23; aber auch auf diese Arbeit können wir nur verweisen.

Dritter Abschnitt.

Zink.

Ueber die Zinkgewinnung in Oberschlesien hat der Bergingenieur Julien in den Annales des Mines, 5. Reihe, Bd. 16, S. 477, und daraus in der Freiberger Zeitung, 1861, Nr. 42, 43, 44 und 46, eine sehr tüchtige Arbeit geliefert, auf die wir verweisen.

Ueber die Zinkgewinnung in Flammöfen enthält der Berggeist, 1861, Nr. 43, 44 und 46 eine sehr interessante Arbeit, auf die wir aber um so eher verweisen, da sie mehr Vorschläge als Resultate enthält.

Ein neues Verfahren bei der Zugutemachung der Zinkerze in Schachtöfen haben die Ingenieure Müller und Lencauchez zu Paris in Armengaud's Publication industrielle, Bd. 13, S. 171 ff., und daraus in der Allgem. berg- und hütt. Zeitg., 1861, Nr. 9 ff., mitgetheilt. Wir entnehmen dieser Arbeit das Folgende.

Es beruht dieses Verfahren auf dem Prinzip der direkten Gewinnung des metallischen Zinks mittelst eines ununterbrochenen Prozesses, welcher die Reduction des in unmittelbarer Berührung mit dem Zinkoxyde stehenden Brennmaterials, die Destillation des Metalles mittelst der Verbrennungsprodukte und die Trennung des Zinks von diesen Produkten durch Verdichtung der Metalldämpfe in zu diesem Zweck vorgerichteten Kammern umfaßt. Es sind zwar schon viele Methoden vorgeschlagen, Zink aus Galmei und Blende in Schachtöfen zu gewinnen; allein die Flüchtigkeit des Metalls und seine Eigenschaft, wenn es in Dampfform frei geworden ist, sich bei anwesender Kohlensäure oder Luft wieder theilweise zu oxydiren,

waren die Veranlassung, daß alle diese Versuche günstige Erfolge nicht hatten, indem neben metallischem Zink als Hauptprodukt immer Zinkoxyd erfolgte. Auch sind in ökonomischer Beziehung diejenigen Methoden ohne Erfolg geblieben, bei denen man durch Erhitzen der Erze mit passenden Zuschlägen in Schacht- und in Flammöfen Zinkoxyd erzeugt und dieses im erhitzten Zustande durch reducirende Agentien hindurch leitet.

Auf den Oberharzer Hütten (s. Kerl in der berg- und hüttenm. Zeitung, 1853, S. 33) hat man im Jahre 1839 versucht, geröstete Blende in einem eisenhohofenähnlichen Schachtofen von 16 Fuß Höhe, 25 Zoll Durchmesser in der Gicht, 32 Zoll im Kohlensack und 18 Zoll im Gestell zu verarbeiten. Das Brennmaterial wurde mit der gerösteten Blende aufgegeben und sollte sich aus letzterer beim Eintritte in den mit heißer Luft gespeisten Schmelzraum dampfförmiges Zink entwickeln, dieses durch Oeffnungen im Kernschachte in einen, den Ofen mantelförmig umgebenden Raum treten lassen und sich hier condensiren. Man erhielt jedoch nur Zinkoxyd.

Brooman's Verfahren (Berg- und hütt. Ztg. 1851, S. 385) hat Aehnlichkeit mit dem hier angegebenen, nur führen in einiger Höhe über der Rast des Hohofens angebrachte, von kaltem Wasser umströmte, geneigte Kanäle die Zinkdämpfe aus dem Ofen ab. Dieser, von dem verstorbenen Professor Lesoinne in Lüttich angegebene Ofen ist dadurch verbessert, daß man von seinem Innern mehre Reihen horizontaler Röhren ausgehen läßt, welche mit andern senkrechten in Verbindung stehen. Versuche mit diesen Oefen wurden zuerst zu Jemappes bei Lüttich und später auch zu Königshütte in Oberschlesien angestellt, mußten hier aber wegen zu unvollkommen eingerichteter Apparate aufgegeben werden. Es wurde jedoch nachgewiesen, daß die metallische Abscheidung des Zinks auf dem eingeschlagenen Wege möglich ist.

Um nun diese angegebenen Nachtheile möglichst zu vermeiden, nehmen die Herren Müller und Lencauchez geröstetes Erz (Zinkoxyd), bringen es mit dem erforderlichen Brennmaterial in Berührung, um eine hohe Reductionstemperatur hervorzubringen. Sie machen den Prozeß continuirlich, destilliren das, mit den von der Verbrennung herrührenden Gasen im Gemenge erhaltene Zink, scheiden es von diesen durch Verdichtung ab und machen endlich das Erz in großen Massen in einem Hohofen zu Gute, um bedeutende Zinkmengen darstellen zu können.

Wenn man Zinkoxyd auf glühende Kohlen wirft, so entsteht

eine lebhafte weiße Farbe, die von der Verbrennung des metallischen Zinks herrührt. Es geht alsdann Folgendes vor sich:

Das Zink reducirt sich bei der Berührung mit der Kohle, das Metall verflüchtigt sich und seine Dämpfe treffen eine Atmosphäre, die entweder durch das Vorhandensein des Sauerstoffes, oder des Wasserdampfes, oder der Kohlensäure orydirbar gemacht worden ist, orydiren sich von Neuem und produciren die erwähnte Flamme. Wenn man daher dahin gelangte, der Atmosphäre, welche die metallischen Dämpfe durchströmt, sowohl den Sauerstoff als auch den Wasserdampf und die Kohlensäure zu entziehen, so würde sich das reducirte Zink ohne Veränderung destilliren und könnte durch Verdichtung gesammelt werden.

Die Herren Müller und Lencauchez sind nun auf folgende Weise zu diesem Resultate gelangt und haben sich dabei der folgenden Apparate bedient.

Wir wollen uns zuvörderst erinnern, daß von den jetzigen Prozessen die Röstung beibehalten worden ist, so daß sie nur mit andern metallischen Oryden und mit kieseligen, thonigen u. s. w. Gangarten vermengtes, oder mit Kieselsäure verbundenes Zinkoryd zu Gute zu machen haben.

Sie verarbeiten das Erz in einem hohen Schachtofen, den wir weiter unten beschreiben wollen und in welchem das Zinkerz mit dem Brennmaterial aufgegeben worden ist.

Um den Betrieb dieses Apparates besser erläutern zu können, geben wir zuvörderst eine Uebersicht der in einem gewöhnlichen Eisenhohofen vorkommenden Reactionen, die in Folge sehr vieler Untersuchungen sehr genau bekannt sind.

Es folgt daraus, daß:

1. der Sauerstoff der atmosphärischen Luft vollständig in Kohlensäure verwandelt ist und zwar auf einem Wege von höchstens 0,60 Met. im Gestell, besonders wenn die Gebläseluft vorher erhitzt ist. Auf einem weitern Wege von höchstens 0,50 Met. ist diese gesammte Kohlensäure in Kohlenoryd verwandelt. In einem Raume von etwa 1 Meter Höhe ist daher der ganze Sauerstoff der atmosphärischen Luft in Kohlenorydgas umgeändert.

Diese Verhältnisse sind innerhalb sehr enger Grenzen, je nach den Dimensionen des Gestelles, der Temperatur der Luft und der Stärke des Gebläses, verschieden.

2. Die Temperatur im Innern des Ofens ist um so bedeutender, je höher die des Windes ist, daß:

a. da der Stickstoff der Luft 79,100 von dem Volum des Windes bildet, der in das Gestell gelangt, er dort um so weniger Wärme absorbirt, als er schon viel davon erlangt hat.

b. Da die chemischen Verwandtschaften des Sauerstoffs und des Kohlenstoffs sehr bedeutend sind, die Verbrennung um so geschwinder erfolgt, je höher die Temperatur ist.

Da die Verbrennungsprodukte der untern Zone des Gestelles in einem Gemisch von Stickstoff und Kohlensäure, dem Volum nach in dem Verhältniß von 21 zu 79, und dem Gewicht nach in dem von 4,20 zu 10,27 bestehen, so ist die endliche Temperatur — wie schon bemerkt — um so höher, je erhitzter die Luft ist.

Wirklich finden sich in den Verbrennungsprodukten 62,5 Proz. vor, die ohne irgend eine chemische Wirkung durchgegangen sind. Die Wärmemenge, die sie auf irgend eine bestimmte Temperatur erhoben hat, ist um so kleiner, je mehr Wärme die Luft besaß, ehe sie in den Herd einströmte.

3. Die Verwandlung der Kohlensäure in Kohlenoxyd ist eine Ursache der Abkühlung, wozu noch die Reduction des Eisenoxydes durch das Kohlenoxyd und die Umwandlung dieses letztern aus der Kohlensäure kommt, welche letztere von der Reduction des Eisenoxydes durch das Kohlenoxyd herrührt.

4 Die Zersetzung des Zuschlages, der Kohlensäure, wovon ein wesentlicher Theil in Kohlenoxyd verwandelt worden, ist ebenfalls eine Ursache der Temperaturverminderung und des Brennmaterialsverbrauches.

5. In dem Ofenschachte werden die Gase auch durch die Wärme abgekühlt, welche sie an die Gichten abtreten; endlich auch die, welche zur Verdampfung des Wassers in dem Brennmaterial und in dem Erz verwendet worden ist.

6. Eine andere Ursache der Temperaturverminderung ist die Zersetzung des Wassers, welches sich in Wasserstoff und in Kohlenoxyd verwandelt. Dieses Wasser rührt her: 1. Von der Feuchtigkeit der eingetriebenen Luft; 2. von der Calcination der wasserhaltigen Eisenoxyde; 3. von der Verdampfung des Wassergehaltes der Brennmaterialien, die oft erst auf der Rast bewirkt wird. Diese Wärmeverluste sind sehr bedeutend, weil die Zersetzung des Wassers eine Wärmemenge absorbirt, die gleich der seiner Wiederzusammensetzung ist. Der Wasserstoff reducirt die Oxyde nicht, wenn Kohlenoxyd, hauptsächlich im Ueberschuß vorhanden ist. Oder da in dem Ofen die Menge dieses Gases die des Wasserstoffs wenigstens

um das Zehnfache übersteigt, so entweicht dieses letztere ohne allen Nutzen.

Ohnerachtet aller dieser Abkühlungsursachen, ist die Temperatur selbst in den, mit kalter Luft betriebenen Hohöfen, noch die Rothgluth in dem untern Theile des Schachtes, die dunkle Rothgluth bis zu einem Drittel, die helle in dem obern Theile der Rast, die Schweißhitze in dem mittlern Theile und die Weißgluth in dem obern Theile des Gestelles.

Wenn die Eisenerze zinkhaltige Substanzen enthalten, so findet ihre Reduction unter Berührung des glühenden Brennmaterials, so wie der eisenhaltigen Substanzen statt; das Zink wird reducirt und verdampft, es steigt in dem Schacht aufwärts, woselbst es durch die Zersetzung der Kohlensäure und des Wasserdampfes, in Zinkoxyd verwandelt wird. Erst im obern Theile des Schachtes verbrennen die Zinkdämpfe.

Man hat häufig bemerkt, daß ein Theil des nicht oxydirten Zinkes mit einem lebhaften Glanze in der Gicht verbrennt, wenn die Flamme über die Oeffnung hinausschlägt.

Aus diesen Beobachtungen und Erfahrungen folgern die Herren Müller und Lencauchez, daß wenn man die Zinkerze in einem Hohofen, der mit Kokes und mit stark erhitzter Luft betrieben wird, zu Gute macht; wenn man es vermeidet, in den Ofen feuchte oder solche Materialien aufzugeben, die Kohlensäure entwickeln können, die Gase von 1 Meter Höhe über die Form ab, gänzlich ohne Sauerstoff, Kohlensäure und Wasserdampf sein müßten.

Zur Erreichung dieses Resultates nehmen sie an, daß man:

1. das geröstete Erz auf 3 bis 400 Grad erhitzen,

2. das Brennmaterial ebenfalls bis zu derselben Temperatur trocknen und erhitzen,

3. als Zuschlag gebrannten Kalk, statt Kalkstein, anwenden müßte.

Dadurch würde man in den Stand gesetzt werden, eine vollständige Reduction des Zinkoxyds und eine Destillation mit den Verbrennungsprodukten, ohne andere Veränderung des Metalls zu erlangen.

Um dieses letztere zu gewinnen, wenden die genannten Ingenieure folgende Vorrichtungen an:

Gasfänge rings um den Hohofen, in der Höhe des Kohlensackes angebracht, führen die Zinkdämpfe und die Gase in Kühlräume, woselbst sich das Zink verdichtet. Außerdem sind gewisse

Vorsichtsmaßregeln getroffen, um das Zinkoxyd rasch und vollständig zu reduciren, wenn es in eine Zone gelangt, in welcher die Temperatur hinreichend hoch ist. Das geröstete und pulverförmige Erz wird mit Holzkohlenpulver vermengt; hierauf werden diese Substanzen zu Ziegeln zusammengepreßt, die alsdann getrocknet und erhitzt, auf dem Ofen aufgegeben werden. Es werden weiter unten diese Prozesse genauer beschrieben werden.

Hier bemerken wir noch, daß man mit dem vorliegenden Schachtofen alle Zinkerze zu Gute machen kann. Die Silicate werden durch den Kalk zersetzt; die bis jetzt noch nicht benutzten Erze, welche Eisen ꝛc., kurz feste Metalle enthalten, geben das Zink in den Condensationskammern, und das Eisen, so wie andere Metalle werden in dem Hohofenherde gewonnen.

Gewisse strengflüssige Eisenerze, z. B. der Eisenglanz von der Insel Elba, die schwer zu verarbeiten sind, lassen sich in dem Hohofen mit Vortheil benutzen, wenn man die angegebenen Vorsichtsmaßregeln anwendet.

Das gewonnene Metall ist von besserer Beschaffenheit, als das durch die gewöhnlichen Prozesse erlangte, da es nicht mit den gußeisernen Vorlagen oder Röhren in Berührung kommt, welche sehr schnell einen Theil Eisen an das flüssige Zink abtreten, welches sie aufnehmen, und daher dessen Reinheit benachtheiligen.

Da der Ofen mit erhitzter Gebläseluft betrieben werden muß, so wird ein Röhrenapparat von den brennbaren, aus den Condensationskammern entweichenden Gasen gefeuert. Ein Gebläse drückt diese Luft durch 5 Düsen mit veränderlichem Druck in den Ofen; dieselben sind auf dieselbe Weise eingerichtet wie die der gewöhnlichen Hohöfen, d. h. sie sind beweglich. Jeder Düse ist ein Kegel hinzugefügt, durch den der Querschnitt des Windaustrittes verändert werden kann, und wodurch man einen verschiedenen Druck zu erlangen im Stande ist, der den Hohofenbetrieb ins Verhältniß zu der verwendeten Brennmaterialmenge und der eingeführten Temperatur der Gebläseluft stellt.

Um dies zu erkennen, ist ein Thermometer für hohe Temperaturen an dem Mauerwerk angebracht, welches die Röhren zur Winderwärmung trägt. Dieser Apparat besteht aus einer Stange von Kupfer von zweckmäßiger Länge, der auf Platten von Porzellan ruht, die in einer Vertiefung der Röhre für den heißen Wind angegossen sind. Die kupferne Stange, welche sich mehr verlängert als die Röhre, auf welcher sie liegt, veranlaßt eine scheinbare Bewegung,

die einem, die Temperatur angebenden Apparat mitgetheilt wird. Zu dem Ende ist die Stange an einem ihrer Enden mit einem Einschnitt von Schmiedeeisen versehen, in den ein senkrechter Hebelarm eintritt, der diese Bewegung einer Achse mittheilt, welche die ihrige einem großen, mit einem verzahnten Sector versehenen Hebel mittheilt. Dieser steht mit einem Getriebe in Eingriff, der einen großen Zeiger auf einem Zifferblatte in Bewegung setzt.

Condensations- und Kühlkammern. — Diese Kammern M' (Fig. 1 und 2, Taf. V) bestehen gänzlich aus feuerfesten Ziegelsteinen; sie haben eine solche Einrichtung, um mittelst der Oeffnungen m, die abwechselnd oben und unten angebracht sind, mit einander in Verbindung zu stehen, damit die Gase und Dämpfe den möglichst längsten Weg in einem gegebenen Raume zu machen im Stande sind, wodurch die Condensation möglichst regelmäßig wird.

Die allen diesen Kammern gemeinschaftliche Sohle o ist uneben (siehe Fig. 4) und bildet Rinnen, die in Verbindung mit der Neigung den Abfluß des verdichteten Zinks in den Tiegel P' erleichtern. Es entweicht aus diesem Tiegel durch eine auf dem Boden angebrachte Oeffnung, die mit einer Leitung versehen ist, welche es in die seitwärts angebrachten Eingüsse führt.

Die Oeffnungen m', die in der Dicke dieser Seitenmauern angebracht sind, werden während des Betriebes mit Ziegelsteinen verschlossen, die man leicht wegnehmen kann, um in das Innere der Kammern zu gelangen und die Reinigung zu bewirken.

Die vier letzten Kammern sind oben durch 3 Decken von galvanisirtem Eisenblech M verschlossen, die mit einander in Verbindung stehen und durch Metallbänder von der Form T vereinigt sind. Diese Kammern haben in Folge ihrer Form (s. Fig. 4) große Oberflächen, welche durch einen unaufhörlich zufließenden Wasserstrom abgekühlt werden, der durch einen Vertheilungshahn hineingelangt und durch den Ueberlauf n' abfließt; es wird dadurch die Verdichtung der letzten Zinkdämpfe beschleunigt.

Der Apparat kann vollständig sein und bei der letzten Kammer M^2 aufhören, und die daraus entweichenden Gase, die alsdann keine sichtbare Spur von Zink enthalten, können demnach in Apparate geführt und als Brennstoff benutzt werden.

Da aber die Verdichtung der Zinkdämpfe ernstliche Schwierigkeiten bei der Gewinnung dieses Metalles macht, so kann noch ein wesentlicher Theil des grauen Zinks, welches sich in ein feines Pulver verdichtet, von dem Gasstrom weggerissen werden.

Um diesen Verlust zu vermeiden, haben die Herren Müller und Lencauchez den Condensationskammern noch andere Kammern P hinzugefügt, die weite Räume bilden, in denen die Geschwindigkeit der Gase fast Null ist und den Niederschlag des Zinks gestattet.

Es sind fünf solcher Kammern vorhanden, die durch weite Oeffnungen p und p′ (Fig. 2) mit einander in Verbindung stehen. Die Oeffnungen p der mittleren Kammer, die in direkter Verbindung mit dem Austritt der Gase stehen, sind durch Thüren verschlossen, welche, wenn es erforderlich ist, sämmtlichen Gasen den Austritt nur in die rechts befindliche Kammer B oder auch in die links befindliche gestatten.

Die beiden äußersten Kammern endlich sind mit einem Waschapparat R, ähnlich dem in dem senkrechten Querschnitt (Fig. 1) dargestellten versehen; durch denselben zieht der Gasstrom, und in denselben werden die letzten Spuren des Erzstaubes durch das sehr vertheilte Wasser eingeführt, welches viele Stufen durchfällt.

Dieser Apparat besteht aus einem länglich viereckigen blechernen Gefäß Q, dessen gußeiserner Boden mittelst dreier kleinen Säulen den blechernen Cylinder R aufnimmt, der die eigentliche Wäsche bildet. In diesem Cylinder sind Scheiben von Blech r und r′ angebracht, die mit vielen kleinen Löchern versehen sind. Die erste Scheibe r, die von dem Fuß des Cylinders ausgeht, hat denselben Durchmesser wie er selbst, und ihr Mittelpunkt ist mit einer kreisförmigen Oeffnung versehen, durch welche der Gasstrom aufsteigen kann.

Die Scheibe r, die unmittelbar unter der erstern angebracht ist, hat einen wesentlich kleinen Durchmesser, so daß zwischen ihrem Rande und den Cylinderwänden ein ringförmiger Raum bleibt, durch den die Gase gehen, um zum Mittelpunkt der dritten Scheibe zurückzukommen u. s. f. bis zum Scheitel der Säule, die mit einem Röhrenhalse R′ versehen ist, der die Ausgangsröhren der Gase aufnimmt.

Eine Brause s bewirkt einen Regen auf die obern Scheiben, von wo ab das Wasser in einer Caskade bis zu einem Recipienten Q gelangt, der mit einem Ueberlauf q versehen ist.

Die Einführung des Gasstromes in die Wäsche erfolgt durch eine Art von Röhre S, die durch gußeiserne Verbindungen S′ mit der blechernen Scheibe W in Verbindung stehen, welche an dem Cylinder R angebracht ist.

Der untere Rand dieser Glocke tritt in den Behälter Q, um das Entweichen der Gase in die Atmosphäre zu vermeiden.

Der auf diese Weise vollständig vorgerichtete Apparat gewinnt

das sogenannte graue Zink sehr vollständig; man braucht es alsdann nur fest zusammenzupressen und zu schmelzen. Um dies zu bewirken, wird es in die erste Kammer M' gebracht, aus welcher es in den Tiegel B' läuft.

Dieses Einbringen wird durch den doppelten cylindrisch-konischen Trichter V bewirkt, der durch die Winde V' gehandhabt und auf ähnliche Weise eingerichtet ist, wie die Aufgebetrichter bei den Eisenhohöfen.

Da es zur Verminderung der Menge des grauen Zinks zweckmäßig sein kann, die zweite Verdichtungskammer mit Kohle zu füllen, so ist an der Decke derselben eine Oeffnung angebracht, die mittelst des Stöpsels v verschlossen werden kann.

Der Betrieb der beschriebenen Oefen. — Wir wollen nun den regelmäßigen Betrieb des Hohofens verfolgen, indem wir die verschiedenen chemischen Reactionen, so wie die in diesem Apparat vorkommenden physischen Erscheinungen betrachten.

Das Brennmaterial und die zusammengebackenen Kokesziegeln, welche das Erz enthalten, werden schichtweise durch die Gicht des Hohofens aufgegeben. Diese Chargen gehen sehr regelmäßig bis zu dem untern Theile des Schachtes nieder, und da alle dieselben enthaltenden Materialien geröstet worden sind, so entwickeln sich aus denselben durchaus keine gasförmigen Stoffe. Zur Vermeidung eines aufsteigenden Stroms wird ein geringer Theil der Gase mittelst der Röhre c in den obern Theil des Schachtes getrieben. Dieses Gas wird in den Condensationskammern aufgefangen, damit es keine gasförmigen Substanzen enthält, welche zu chemischen Reactionen Veranlassung geben könnten.

Wenn diese Gichten in den Kohlensack des Ofens gelangen, so werden sie einer hinreichenden Temperatur unterworfen, um die Reduction der Zink-, Eisen- und der Oxyde anderer Metalle zu bewirken, die in dem Erz vorkommen können. Indem sich die Zinkdämpfe entwickeln, begeben sie sich nebst den Verbrennungsproducten in die Condensationskammern W, wobei sie in die Gasfänge a gehen.

Dieses Gemenge von Gasen und Zinkdämpfen wird durch die Ausstrahlung der Wände von den Kammern und durch die Absorption der Wärme mittelst der Refrigeratoren n abgekühlt, geht zu einer Temperatur über, welche geringer als die zur Verdampfung des Zinks erforderliche ist; der letztere verdichtet sich, fließt auf der Sohle o der Kammern in den Tiegel B', welcher das Zink aufneh-

men muß, während die Gase durch eine zu dem Ende vorgerichtete Röhre in die Wäsche R entweichen.

Wenn die Gichten zu der Rast gelangt sind, so hat die Temperatur derselben Weißglühhitze erreicht. Die Reduction der Oxyde erfolgt sehr schnell, die Zinkdämpfe entweichen durch die Fänge a, nachdem sie durch eine glühende Brennmaterialschicht gegangen sind, und die festen Metallkörper vereinigen sich mit dem Tiegel B' des Ofens, so daß die auf dem untern Theil der Rast angelangten Gichten keine Spur von flüchtigen Metallen mehr enthalten. In dieser Region, wie in dem obern Theil des Gestelles herrscht eine helle Weißglühhitze vor.

Die gebildete Schlacke geht durch das Gestell in den Tiegel oder Herd, wo sie sich von den metallischen Substanzen trennt und dann in die Rinne u ausfließt, wie dies bei einem gewöhnlichen Eisenhohofen der Fall ist. Wenn der Herd hinreichend gekühlt ist, so läßt man seinen Gehalt durch eine Abstichöffnung ab und leitet das Roheisen in Formen.

Wir wollen nun jetzt die ansteigende Gassäule, die durch den Ofen strömt, untersuchen.

Da der Ofen mit erhitzter Gebläseluft betrieben wird, so enthält das Gestell, in welchem die Verbrennung am stärksten ist und in welchem eine hohe Temperatur herrscht, außerordentlich oxydirende Gase. Die sich entwickelnde Kohlensäure wird in dem obern Theil des Gestelles und in dem untern Theil der Rast in Kohlenoxyd verwandelt. In der Mitte der Rast enthalten die Gase weder Sauerstoff noch Kohlensäure; sie bestehen nur aus Stickstoff und Kohlenoxyd, deren Temperatur noch die der Weißgluth ist. Mit dieser Temperatur durchströmen die Gase den obern Theil der Rast und den Kohlensack des Ofens, indem sie alle Zinkdämpfe, die sich gebildet haben, mit sich führen.

Obgleich die zinkhaltigen Erze stets mehr oder weniger große Mengen von Eisenoxyd und von andern durch das Kohlenoxyd reducirbaren Metallen enthalten, so darf man doch nicht fürchten, daß dieses in Kohlensäure verwandelt werde, da die Erze geröstet, zerpulvert, mit einander vermengt und mit dem doppelten Gewicht von demjenigen Kohlenstaube, der zu ihrer Reduction erforderlich, wie dies in einem Tiegel im Laboratorium der Fall, zu Ziegeln geformt ist. Es entwickelt sich weder Kohlensäure, noch vermindert sich die Temperatur, welche zu dieser Entwicklung Veranlassung giebt, weil man gebrannten Kalk in die Beschickung der Ziegeln bringt.

Der aus kohlensaurem Kalk bestehende Zuschlag entwickelt bei seinem Brennen 44 Gewichtstheile Kohlensäure, bei einer Temperatur von 800 bis 900°, welche der Rothglühhitze entspricht. Da die Dichtigkeit der Kohlensäure 1,981, so entwickeln 100 Kilogr. Kalk:

$$\frac{44}{1,981} = 22,222 \text{ Kubikmeter}$$

von 0° Temperatur und unter einem Druck von 0,76 Meter, die auf die Rothgluth zurückgeführt, bei der das Brennen des Kalkes erfolgt, geben:

$$22,222 \text{ Kubikm.} \times 3,277 = 72,814 \text{ Kubikmeter.}$$

(3,277 = 900° × 0,00364). Diese letztere Zahl ist der Ausdehnungscoefficient dem Volum nach für 1°, oder Nummer für Nummer + 1.

Das Volum der Kohlensäure kann man nur annähernd bestimmen, da man weder den molecularen Zustand des kohlensauren Kalkes vor seinem Brennen, noch den des gebrannten oder sogenannten Bitterkalkes kennt; da aber der Zuschlag durch das Brennen sein Volum nicht wesentlich verändert, so kann man annehmen, daß sich die Kohlensäure Theilchen für Theilchen verdichtet und daß der nothwendige Wärmeeffect, um sie zu vertreiben, als latente Verdampfungswärme angesehen werden kann, und in diesem Fall die latente Wärme zur Zerlegung der chemischen Verwandtschaft von der Kohlensäure und der Kalkerde dienen kann.

Nehmen wir daher an, daß der Zuschlag 1600 Kilogr. wiege, so werden 100 Kilogr. ein Volum von 72,5 Liter einnehmen, und die Kohlensäure, welche sie enthält, hat ein Volum von 26,5 Liter, welche durch die Temperatur des Brennens auf 72,814 Cubikmeter gebracht worden sind, d. h. daß die Volumvermehrung ist:

$$72,814 : 27,5 = 2647.$$

Bei einigen Marmorarten ist sie auf das 4000fache gebracht.

Man sieht leicht ein, daß eine solche Ausdehnung nicht ohne eine bedeutende Wärmeabsorption stattfinden kann, wie wir dies durch ein praktisches Beispiel nachweisen wollen.

Um 10 Hektoliter Kalkstein zu brennen, sind im Allgemeinen 4 Hektoliter Steinkohlen erforderlich. Da nun 10 Hektoliter Kalkstein 1600 Kilogr. und die 4 Hektoliter Steinkohlen 320 Kilogr. wiegen, so folgt daraus, daß 1 Kilogr. Steinkohle brennen kann:

$$320 : 1600 = 1 : x; \text{ daher } x = 5 \text{ Kilogr.}$$

kohlensauren Kalk, wobei 1111 Liter Kohlensäure frei werden und

zwar bei 0° Temperatur und bei 0,76 Meter Druck. Das Freiwerden des kohlensauren Gases findet erst in der Rothgluth statt,

daher $1111 \times 3,277 = 3,941$ Cubikm.

Da der Wärmeeffekt der gewöhnlichen Steinkohlen 6000 beträgt, so entwickelt daher 1 Kilogr. Zuschlag:

$$\frac{6000}{5} = 1200 \text{ Wärmeeinheiten,}$$

und entwickelt

$$\frac{3941}{5} = 788 \text{ Liter.}$$

Bei einem Hohofen, der, wie wir angenommen haben, kieselige Erze benutzt, muß man auf einen Verbrauch von 50 Kilogr. Kalk auf 150 Kilogr. verbrannte Kokes rechnen; man hat daher in der Stunde:

$$150 : 54 = 500 : 180$$

Kalk, welcher 350 Kilogr. Zuschlag ersetzt, der, wenn er in dem Ofen selbst gebrannt, absorbiren würde

$$350 \times 1200 = 420000 \text{ Wärmeeinheiten.}$$

Die Kokes entwickeln, indem sie sich in Kohlenoxyd verwandeln, 1600 Wärmeeinheiten,

daher $420000 : 1600 = 262$ Kilogr. Kokes

in Kohlenoxyd verwandelt.

Da der Verbrauch von diesem Brennmaterial nicht mehr als 500 Kilogr. beträgt, so sieht man, daß die frei gewordene Kohlensäure des Kalkzuschlages in dem uns beschäftigenden eigenthümlichen Falle mehr als die Hälfte der durch den Hohofen erzeugten Wärme absorbiren würde.

Die Temperaturverminderung, die man in dem Kohlensack der Eisenhohöfen wahrnimmt, kann keiner andern Ursache zugeschrieben werden.

Wir wollen nun unsere Beobachtungen fortsetzen, indem wir dem Gange des Brennmaterials und des Erzes folgen.

Diese Materialien werden in den Oefen J, die auf dem Gichtboden angebracht sind, aufgenommen und werden bei einer Temperatur von 3—400 Graden in den Fülltrichter K geworfen; sie gehen in dem Ofen nieder, indem sie den gußeisernen Schacht C durchsinken, wo sie durch die Verbrennung des Kohlenoxydgases, welches aus den Condensationskammern kommt, erhitzt werden, ganz so wie dies bei einer senkrechten Kohlengasretorte der Fall ist. Sie brin-

gen auf diesem Wege drei Stunden zu, und es ist leicht, sie innerhalb dieser Zeit von 350 bis auf 800 oder 900° zu erwärmen.

Die Gichten werden vor ihrer Einführung in den Kohlensack des Ofens erwärmt, um ihnen dieselbe Temperatur zu ertheilen, welche sie in einem gewöhnlichen Hohofen erlangt haben würden. Durch diese Einrichtung vermeidet man eine Ursache der Abkühlung.

In den Kohlensack gelangt werden die Erz- und Kohlenziegeln destillirt; die sich dabei entwickelnden Zinkdämpfe gelangen in die Condensationskammern. Der Sauerstoff des Zinks verbindet sich mit der Kohle, um Kohlenoxyd zu bilden, und es ist dasselbe in der Zone, in welcher eine sehr hohe Temperatur für alle Metalloxyde herrscht, welche die Ziegeln enthalten. Der Kalk verbindet sich mit der Gangart des Erzes und mit der Brennmaterialasche, um die vielfachen Silikate zu bilden, welche schmelzen und als Schlacken in den Ofenherd gelangen; alle diese Reactionen finden in dem Gestell statt.

Das metallische Eisen, welches bei der Berührung mit der Kohle eine hohe Temperatur in einer nicht oxydirenden Atmosphäre erlangt hat, vereinigt sich mit einer gewissen Kohlenstoffmenge, um Roheisen zu geben.

Die auf diese Weise vorbereiteten Materialien gelangen mit dem Brennmaterial in das Gestell, in welchem eine sehr lebhafte Verbrennung stattfindet. Roheisen und Silicate werden dort vollkommen flüssig und gelangen tropfenweise in den Ofenherd, in welchem sich Roheisen und Schlacke nach der Ordnung ihrer Dichtigkeit trennen. Bald erreicht die Schlackenschicht den obern Theil des Metalles und fließt darüber ab.

Da es zur Erlangung einer guten Destillation der Zinkdämpfe erforderlich ist, im Ofen eine hohe Temperatur zu haben, so wird derselbe mit erhitzter Gebläseluft von etwa 600° gespeist.

Dieses Verfahren reducirt den Raum, in welchem sich die höchste Temperatur entwickelt, in welchem die vollständige Verwandlung der Kohlensäure in Kohlenoxyd erfolgt, und wo die Zersetzung des in der Gebläseluft enthaltenen Wasserdampfes stattfindet.

Wir wollen annehmen, daß die specifische Wärme der in den Oefen strömenden Gase constant sei, so wird die Temperatur für die Verbrennung der Holzkohlen oder der Kokes, die in Kohlensäure verwandelt werden, sich fast erheben auf:

$$700 : (0{,}25 \times 8{,}20 \times 1{,}3 = 2631^{0} \text{ Péclet})$$

0,25 = specifische Wärme; 8,20 = Luftmenge; 1,3 = Dichtigkeit der Luft.

Nach Regnault entwickeln 1 Kilogr. gewöhnliche Kokes, wenn sie sich in Kohlenoxyd verwandeln, nur 1600 Wärmeeinheiten, die bei dieser Umwandlung 3,528 Cubikmet. atmosphärische Luft bei 0° und bei 0,76 Met. Druck absorbiren, die nach der Verbrennung Veranlassung zur Entstehung von 4,233 Cubikm. Gas geben, auf dieselbe Temperatur und denselben Druck zurückgeführt und bestehend aus 66 Proz. Stickstoff und 33 Proz. Kohlenoxyd.

Da die Dichtigkeit dieses Gemisches 1,3 und die specifische Wärme 0,24, so ist die erhaltene Temperatur:

$$1600 : (0,24 \times 4233 \times 1,3) = 1212^0.$$

Da in diesem, aus der Verbrennung erfolgenden, gasigen Produkt, 83 Proz. bei einer Temperatur von 600° eingeführt werden, so erhält die Temperatur eine Erhöhung von

$$600^0 \times 0,8333 = 500^0,$$

daher die endliche Temperatur:

$$1212^0 \times 500^0 = 1712^0.$$

Silbermann hat in seiner Arbeit über die Wärme (1858) die Temperatur der stärksten Weißglühhitze auf 1500° C. bestimmt.

Es ist angenommen, daß die Verwandtschaft der Kohle zum Sauerstoff im umgekehrten Verhältniß zu seiner Dichtigkeit steht, woraus folgt, daß die Affinität des Kohlenstoffs für den Sauerstoff ein direktes Verhältniß zu der Dichtigkeit hat; es folgt ferner daraus, daß die Verwandtschaft des Sauerstoffs zu den Kokes wenigstens eine doppelt geringere ist als für gewöhnliche Holzkohle, obgleich die Kokes beim Verbrennen eine höhere Temperatur hervorbringen.

Im Allgemeinen sind 1400 bis 1600 Kokes zur Produktion von 1000 Kilogr. Roheisen erforderlich; dagegen aber nur 1000 bis 1100 Kilogr. Holzkohlen, um dasselbe Resultat zu erlangen.

Es ist daher stets vortheilhafter, die Ziegeln aus einem Gemenge von Holzkohlen und geröstetem Erz zu bereiten, selbst bei Kokeshohöfen, seien die zu reducirenden Oxyde, welche sie wollen.

Man muß vorzugsweise leichte und poröse Holzkohlen nehmen, da sie wohlfeiler sind und nur eine geringe Dichtigkeit haben; da aber dieses Brennmaterial leicht die feuchte Luft absorbirt und bis 20 Gewichtsprozente Wasser enthalten kann, so ist es erforderlich, sie so trocken als möglich zu benutzen und sie deshalb zu erhitzen, damit sie ihren Wassergehalt verlieren.

Zu dem Ende haben die Herren Müller und Lencauchez einen Trockenofen vorgerichtet, in welchen die Wagen mit gitterförmigen Kästen geschoben werden, damit die Ziegeln von allen Seiten leichter von der Wärme durchdrungen und getrocknet werden können.

Faßt man nun das hier Vorgetragene zusammen, so ergiebt sich Nachstehendes:

1. Daß die Temperatur in der Rast weit höher als diejenige ist, welche die Reduction der Zinkoxyde erfordert.

2. Daß diese Temperatur bis in den untern Theil des Schachtes beibehalten wird, indem alle Ursachen der Abkühlung, die den Gang der gewöhnlichen Hohöfen charakterisiren, wegfallen und die Ziegeln in dem Ofen wie eben so viele kleine Muffeln destilliren.

3. Daß die einmal in Kohlenoxyd verwandelte Kohlensäure nicht wieder regenerirt werden kann.

4. Daß die Hauptursache der Temperaturverminderung, das Brennen des Zuschlags, bei der Anwendung von gebranntem Kalk verschwindet.

5. Daß alle Spuren von Wasserdämpfen in dem Ofen vorhanden zu sein aufhören, da sie aus den Holzkohlen und aus dem Erz durch Rösten und Brennen vertrieben sind.

6. Endlich, daß mittelst diesen Apparaten alle zinkhaltigen Erze, mögen sie sein, welche sie wollen, mit Vortheil zu Gute gemacht werden können, indem sie zu gleicher Zeit die flüchtigen und die festen Metalle darstellen.

Das am allgemeinsten für die Zinkfabrikation benutzte Erz ist Galmei mit ausschließlich thoniger Gangart; aus diesem Grunde ist auch immer mehr Thonerde vorhanden, als zur Bildung leichtflüssiger Schlacken erforderlich ist.

Es ist daher nothwendig, die Erze abzuläutern, zu waschen und alsdann in konischen Oefen gleich denen der Kalköfen zu rösten.

Auf die Zugutemachung der Blende auf Zink glauben wir näher einzugehen nicht nöthig zu haben, da nach dem Rösten das Erz sich wie Galmei verhält. Wendet man aber ausschließlich Blende an, so muß man Thon zuschlagen, um eine gute Schlacke zu erhalten.

Haushaltsverhältnisse. — Die Herren Müller und Lencauchez nehmen an, daß zu 100 Kilogr. metallischem Zink 150 Kilogr. Kokes erforderlich seien.

Da der Ofen auf eine stündliche Verbrennung von 500 Kilogr. oder von 12 Tonnen täglich berechnet ist, wozu 500 Liter auf 600°

erhitzte Luft erforderlich sind, so können in 24 Stunden 8 Tonnen Zink producirt werden, denn:

$$150 : 100 = 12000 : 8000.$$

Zur Produktion von 100 Kilogr. Zink sind erforderlich:

Zink	100	Kilogr.
Sauerstoff . .	25	„
Kieselerde . . .	25	„
Thonerde . . .	12	„
Eisenoxyd . . .	11	„
d. h.	173	Kilogr. Erz.

Die 150 Kilogr. Kokes geben Asche mit:

Kieselerde	9,00
Thonerde	5,00
Kalkerde	1,20

Die Schlacke giebt:

Kieselerde . . . 34
Thonerde . . . 17
Kalk, 1 + 53 als Zuschlag zugesetzt.

Die Menge von 54 Kilogr. Kalk für eine doppelte Charge entspricht 14 Prozent.

Brennmaterialverbrauch. — Kokes in der Stunde 500 Kilogr.; Luftvolum auf 1 Kilogr. Kalk 3,6 Cubikmet.

Die Theorie giebt 3,528 Cubikmet. Kokes mit 5 Proz. Wassergehalt, 3 Proz. flüchtige Substanzen und 10 Proz. Asche an.

Die folgende Analyse der Kokesasche ist aus der von den Steinkohlen abgeleitet:

Kieselerde	60
Thonerde	32
Kalkerde . . .	6
Eisenoxyd ꝛc. . .	2
Summa	100

Für 100 Kilogr. Kokes hat man die nachstehenden Verhältnisse:

Kieselerde	6,000	Kilogr.
Thonerde	3,200	„
Kalkerde	0,600	„
Eisenoxyd	0,200	„

Zusammensetzung der Briquetten oder zusammengebackenen Erze.

Calcinirtes oder gebranntes Erz . .	173	Kilogr. . . .	63,64
Pulverisirte und trockene Holzkohle . .	45	„ . . .	16,54
Gebrannter Kalk	54	„ . . .	19,85
Summa:	272	Kilogr. . . .	100,00

Dazu kommt noch, wenn man Holzkohle anwendet, 1 Prozent Mineraltheer.

Gesammtes Gewicht: 1406,66 Kilogr.; d. h. 500 Kilogr. Kokes und 906,66 Kilogr. Briquetten.

Volum einer doppelten Charge (nach dem Hectoliter).

375 + 312 × 1,33 = 0,800 Cubikmeter.

Kalk		67,50	Liter	= 54	Kilogr.
Kokes	375		„	= 150	„
Holzkohlen		195,75	„	= 45	„
Galmei		49,42	„	= 173	„
Summa:		312,57	Liter	= 422	Kilogr.

28,3 Kilogr. Sauerstoff, dem Erz entzogen, erfordern 22 Kilogr. Kohlenstoff; da man aber in der Praxis das Gewicht der Kohle verdoppeln und zuweilen noch mehr thun muß, um eine lebhafte Reduction zu erlangen, so ist es zweckmäßig, im Durchschnitt 45 Kilogr. Kohlenstaub auf 173 Kilogr. Erz anzuwenden.

Berthier sagt (in seiner Probirkunde auf dem trockenen Wege), daß das pulverförmige Zink, welches man in den Verdichtungsröhren sammelt, mit vielen Oxyden vermengt, durch Destillation gereinigt werde. Es wird aber diese Destillation, obgleich gänzlich auf dieselbe Weise wie mit dem Erz, ohne Zusatz von Kohle vorgenommen, weil dieselbe das eingemengte Oxyd mit solcher Schnelligkeit reduciren würde, daß die daraus nothwendig folgende Wärmeentwickelung den Bruch oder die Schmelzung der beiden Thonröhren veranlassen würde.

Volum des Hohofens.

Volum des Gußeisen-Schachtes . . . . 8,000 Cbm.

Desgl. des Ziegelsteinschachtes und Kohlensacks . .

1,047 × 3 (1 + 0,38 + 0,7) = 6,533 „

Volum der Rast 1,047 × 2 (1 + 0,16 + 0,4) = 3,267 „

Desgl. des Gestelles 1,047 × 1 (1 + 0,16 + 0,10 + 0,14) = 0,420 „

Gesammtes Volum: 18,220 Cbm.

Das Volum oder der räumliche Inhalt des auf Taf. V abgebildeten Hohofens ist viel bedeutender als der weiter oben berechnete; er beträgt etwa 35 Cubikmeter. Wir haben eine Wiederholung dieser Berechnungen nicht für nöthig erachtet, da die Elemente dieselben bleiben und Jeder sie, indem er den angegebenen Gang verfolgt, verändern und mit den angenommenen Dimensionen des Apparates in Uebereinstimmung bringen kann.

Geschwindigkeit des Gichtenganges.

Volum des in der Stunde aufgegebenen Materials:

150 : 800 = 500 : x; daher x = 2,666 Cubikmeter.

Dauer des von den Gichten im Innern des Schachtes durchlaufenen Weges:

$$\frac{8{,}000 \text{ Cubikm.}}{2{,}606 \text{ Met.}} = 3 \text{ Stunden.}$$

Der räumliche Inhalt der Reductionszone beträgt etwa 6 Cubm.; da man nun in der Stunde 500 Kilogr. Kokes verbrennt, deren Volum 1 Cubikm. beträgt, so folgt daraus, daß die Briquetten 6 Stunden lang der Reductionstemperatur ausgesetzt sind.

$$\text{Zeit zur Außerbetriebsetzung } \frac{18{,}220 \text{ Cubm.}}{2{,}666 \text{ Cubm.}} = 7 \text{ Stunden.}$$

Erhitzung des Schachtes.

Schmelzpunkt des gewöhnlichen Roheisens, welcher der dunkeln Orangefarbehitze entspricht	1100°
Temperatur der Reduction des Zinkoxyd, Schweißhitze . . .	1300°
Temperatur der den Schacht erhitzenden Flamme (kirschroth), etwa	850°

Menge der in einer Stunde von den Chargen im Ofen absorbirten Hitze.

Charge 1400 Kilogr. × 850° × 0,18 = 214,200 Wärmeeinheiten.
Wasser (welches zersetzt werden wird . . . 25 × 637 = 15,925
Summa: 230,125 Wärmeeinheiten.

Menge der Gase zur Erhitzung des Schachtes.

Das Cubikmeter Kohlenoxyd giebt bei vollständiger Verbrennung 2400 Wärmeeinheiten,

daher $\frac{230125}{2400} = 96$ Cubikmeter.

Nimmt man nun an, daß in der Praxis der Nutzeffekt des Wärmestoffs der Gase 50 Prozent betrage, so hat man:

$96 \times 2 = 192$ Cubikmeter;

und in der Secunde $\frac{192000}{3600} = 53$ Liter.

Refrigerator der Verdichtungskammern.

Da die Temperatur der Zinkdestillation etwa 1200° beträgt, so ist es unerläßlich, die Temperatur der Verdichtungskammern auf wenigstens 800° zu verringern, damit von den Gasen keine metallischen Dämpfe mit den Destillations-Produkten, welche die Condensationsräume durchströmen, fortgerissen werden.

Die in einer Secunde entweichende Gasmenge, auf die Temperatur von 0° zurückgeführt, ist im Wesentlichen gleich 0,6 Cubikm.

Da nun die Wärmecapacität von 1 Cubikmeter Gas (0,4 Stickstoff und 0,2 Kohlenoxyd $\times$ 0,6) gleich 0,3 ist, so hat man:

$$0{,}6 \times 0{,}3 \times 400 = 76.$$

Es folgt daraus, daß, um die Temperatur von 1200° auf 800°, welche letztere für die aus den Condensationskammern entweichenden Gase zweckmäßig ist, zu verringern, eine Absorption von 72 Wärmeeinheiten in der Secunde erforderlich sein wird.

Man hat nicht geglaubt, die von der äußerlichen Ausstrahlung der Kammern veranlaßte Abkühlung berücksichtigen zu müssen, da sie im Verhältniß zu der von den Refrigeratoren veranlaßten sehr gering ist. Da andererseits die abkühlenden Oberflächen in dem Maß, als es zweckmäßig ist, vermehrt werden können, so kann man die Temperatur, unter welcher die Gase entweichen, nach Belieben verändern.

Man nimmt in der Praxis an, daß durch eine Oberfläche von 1 Quadratmeter Metall die zur Verdampfung von 15 bis 25 Kilogr. Wasser erforderliche Wärmemenge gehen könne. Man ist daher zu der Annahme berechtigt, daß 9555 bis 15925 Wärmeeinheiten in der Stunde, oder 3 bis 4 Wärmeeinheiten in der Secunde durch das Quadratmeter der abkühlenden Oberfläche gehen.

Nun haben aber verschiedene Physiker nachgewiesen, daß eine Absorption von 72 Wärmeeinheiten nothwendig sei und daß man daher eine abkühlende Oberfläche von 24 Quadratmetern haben müsse.

Die Herren Müller und Lencauchez haben aber diese Oberfläche verdoppelt, um jedenfalls eine schnelle Condensation zu erlangen.

Wie man sieht, so ist diese Oberfläche auf die Dimensionen der Dampfkessel zurückgeführt.

Die Wärmestoffmenge, welche die Zinkdämpfe den Wänden der Kammern und der Refrigeratoren abtreten, ist unberücksichtigt gelassen, da sie gering ist; denn die Wärmecapacität des Zinks beträgt 0,0927.

Es verdient schließlich noch bemerkt zu werden, daß das in dieser Arbeit beschriebene Verfahren in Preußen versucht wird.

Ueber beim Zinkhüttenbetrieb zu Birkengang bei Stolberg gemachte Verbesserungen bemerkt die Preuß. Zeitschrift, Bd. VIII, Abth. A, S. 151, Folgendes: — Außer, daß das Ofensystem mit zurückkehrender Flamme noch weiter ausgedehnt ist, hat man bei den schlesischen Muffelöfen statt der rechtwinklig gebogenen Vorlagen gerade gestreckte, unten mit einer Ausbauchung versehene Thonvorlagen von $1/_2$ Zoll Wandstärke angewandt. Auf diese schiebt man gußeiserne Vorstöße und auf diese wieder cylindrische Tuten von Eisenblech mit engerem Halse. Letztere enthalten im Boden eine Oeffnung zum Entweichen der Gase und nehmen Zinkstaub auf; aus der Ausbauchung der Vorlage wird das dickflüssige Zink mittelst Krätzers und Löffels entfernt. Auf der Altenberger Hütte hat man schon längere Zeit ähnliche derartige Vorrichtungen.

Gewinnung des Zinks aus Blende ohne Röstung derselben, nach Spineux in Lüttich (Polyt. Centralbl., 1861, Nr. 21): — Nach dem von Spineux in Lüttich angegebenen Verfahren wird die Blende nicht geröstet, sondern mit Kalk und Kohle vermischt und die Mischung ohne weiteres, in gleicher Art wie es mit Galmei geschieht, der Destillation unterworfen. Der Kalk soll dabei die Blende zersetzen, in der Art, daß Schwefelcalcium und Zinkoxyd entsteht, welches letztere dann durch die Kohle reducirt wird.

Ueber die Beimengungen des käuflichen Zinks und den in Säuren unlöslichen Rückstand desselben, theilt das Polytechn. Centralbl., 1861, Nr. 8, aus dem Journal für praktische Chemie, das Nachstehende mit: — Um die bis jetzt gemachten Angaben über die Unreinigkeiten des käuflichen Zinks und die oft widersprechenden Behauptungen über eine und dieselbe Beimischung zu prüfen, haben Ch. W. Eliot und F. H. Storer eine Anzahl Zinksorten des Handels einer genauen Analyse unterworfen (Memoirs

of the Amer. Acad. of Arts and Scienc., New. Ser. VIII. 57). Sie sind dabei zu dem Schluß gelangt, daß viele derjenigen Stoffe, welche als eine gemeinhin vorkommende Verunreinigung des Zinks betrachtet werden, nur in wenigen Zinksorten und dann nur zufällig sich finden, während andere zwar zu den häufiger, aber theilweise in sehr geringer Menge auftretenden Beimengungen zu zählen sind.

Die von den Verf. analysirten Zinksorten des Handels waren:

1. Schlesisches Zink
2. Belgisches Zink von Vieille Montagne
3. New-Jersey-Zink (amerikanisches)

(1.–3.) in Blöcken, durch Revere aus Boston erhalten.

4. Pennsylvanisches Zink aus der Manufaktur der Pennsylv. und Lehigh Works, Bethlehem.
5. Vieille-Montagne-Zink, wie es die Münze der Vereinigten Staaten benutzt.
6. Zink pur von Gebr. Rousseau in Paris.
7. Zinkblech aus Berlin, unbekannten Ursprungs.

(8.–11.) Englische Zinke authentischen Ursprungs:

8. aus Wrexham in Nord-Wales.
9. aus den kgl. Minen, Neath, Glamorganshire.
10. aus den Hütten von Dillwyn und Comp., Swansea.
11. aus Vivian's Hütten, Swansea.

Wir wollen die verunreinigenden Metalle in der Reihenfolge besprechen, wie sie die Verfasser gewählt haben, und die Methode der Analysen für dieselben dabei anführen. Voran schicken wir eine Tabelle mit den Resultaten der quantitativen Ermittelungen. Die Zahlen unter der Rubrik „Sorte des Zinks" beziehen sich auf die obige Aufzählung.

Prozentischer Gehalt.

Sorte des Zinks	Kupfer	Blei	Eisen	Cd u. Sn *).	
1.	0	1,46		0,0546	Kein Zinn oder nur unsichere Spuren.
2.	0	0,292		0,0281	Deutliche Flittern, wahrscheinlich Zinn.

*) Die in dieser Columne aufgezeichneten Zahlen bezeichnen einen mit Salpetersäure geglühten Rückstand, der mittelst Schwefelwasserstoff aus der sauren Lösung gefällt worden war. Seine Menge war so gering, daß das in ihm etwa gemengte Zinn und Cadmium nicht geschieden und auch sonst nicht weiter als vor dem Löthrohr untersucht werden konnte. Das Verhältniß vor dem Löthrohr ist hinter der Columne bemerkt.

Sorte des Zinks	Kupfer	Blei	Eisen	Cd u. Sn.	
3.	0,1298	0,079	0,209	0,4471	Reichliche Zinnflittern, reagirten auf $AuCl_3$.
4.	0	0,000			
5.	0	0,494	0,057	0,0098	Kein Zinn.
6.	0	0,106		0,0406	Schwache Spur Zinn.
7.	0	1,297	0,0611	0,0178	Deutliche Flittern, wahrscheinlich Zinn.
8.	0	1,192		0,0070	Kein Zinn.
9.	0	0,823		0,0041	Unsichere Spur Zinn.
10.	0	1,661		0,0035	Schwache Spuren Zinn.
11.	0	1,516		0,0285	Deutliche Zinnflittern, reagirten auf $AuCl_3$.

Blei. Dieses Metall ist wohl eine Beimengung fast aller Zinksorten und nur im pennsylvanischen fand es sich nicht. Die Bestimmung des Bleies geschah folgendermaßen: Das zu untersuchende Zink wurde in verdünnter, mit Bleisulfat gesättigter Schwefelsäure gelöst, welche durch Verdünnung der käuflichen concentrirten mit dem vierfachen (Gewicht oder Volum?) Wasser bereitet und vom Bodensatz abgegossen war. Man wählte diesen Weg, um die Lösung des schwefelsauren Bleioxyds in der Säure zu verhüten, und daß eine solche Säure kein Bleisulphat löst, davon überzeugten sich die Verfasser direkt. (Aber daß sie nicht die Besorgniß hatten, es möchte eine mit dem Bleisulphat angeschwängerte Säure bei der Digestion mit Zink ihren Bleigehalt als Metall verlieren, ist auffallend. Die Red. des Journals f. prakt. Chemie.) Das nach der Lösung des Zinks ausgeschiedene Blei wurde von dem schwefelsauren Zink durch Abgießen befreit, mit einigen Tropfen Salpetersäure zur Trockne verdampft und mit der Zinklösung und derselben verdünnten Schwefelsäure gewaschen, schließlich auf einem gewogenen Filter getrocknet und bestimmt. Auch davon, daß eine Lösung von schwefelsaurem Zinkoxyd kein Bleisulphat löst, hatten die Verfasser sich vorher überzeugt.

Zinn und Cadmium. Das Filtrat von dem abgeschiedenen Blei wurde mit Schwefelwasserstoff behandelt und der erhaltene Niederschlag mit Salpetersäure geglüht. Dadurch erhielt man ein gelblichbraunes Pulver, mit Ausnahme beim New-Jersey-Zink, welches einen schwarzen, kupferoxydhaltigen Rückstand lieferte. (Diese Thatsache, daß kein Blei in dem Schwefelwasserstoffniederschlag sich fand,

bestätigt unsere obige Voraussetzung, daß die bleihaltige Schwefelsäure durch die Digestion mit Zink ihr Blei verloren hatte. Die Red. d. Journals f. prakt. Chemie.)

Kupfer fand sich nur in dem Zink von New-Jersey. Es wurde durch Schwefelwasserstoff niedergeschlagen, auf dem Filter gesammelt und getrocknet, das Filtrat eingeäschert, die Asche mit Schwefelammon befeuchtet und zu dem trocknen CuS gegeben und dieses dann in einem Strom Wasserstoff geglüht und gewogen.

Eisen, welches in allen käuflichen Zinksorten anzutreffen ist, kommt, wie Karsten schon nachgewiesen, durch die Eingußmulden hinein. Die Verfasser bestimmten nur in einigen Proben den Eisengehalt, und zwar mittelst Chamäleon.

Kohlenstoff, so allgemein verbreitet die Annahme seiner Beimischung ist, findet sich nur zufällig und mechanisch beigemengt, und zwar nicht häufig. Um seine Anwesenheit zu constatiren, glühten die Verfasser den Rückstand von der Auflösung des Zinks in Säure mit chromsaurem Bleioxyd in einer Röhre, deren Ableitungsrohr in Kalkwasser mündete. Unter den geprüften Proben fanden sich nur im Zink von New-Jersey und in drei der englischen Zinke nachweisbare geringe Spuren Kohle.

Schwefel wurde in allen Zinksorten gefunden, aber so wenig, daß nur das Schwärzen eines mit essigsaurem Blei getränkten Papiers seine Anwesenheit verrieth. Auch mußte eine von Chlor und schwefliger Säure, auch von Schwefelsäure völlig freie Salzsäure zur Lösung angewendet werden.

Arsenik ist sehr viel seltener in dem Zink enthalten, als man auf Grund von Prout's Angabe anzunehmen pflegt. Wenn man neuerlich, gestützt auf Proben in Marsh's Apparat, oft Arsenik im Zink gefunden hat, so mag dies nicht selten auf Rechnung der angewandten Schwefelsäure kommen. Gegen diese Täuschung und andere schützten sich die Verfasser und fanden mittelst eines modificirten Marsh'schen Apparats beim Durchströmenlassen während einer Stunde Arsen in folgenden Proben: in Zink von Schlesien, Gebr. Rousseau, New-Jersey, in einer zweiten Probe pennsylvanischen, in einer anderen nicht; eben so fand sich in einer Probe von Vieille Montagne Arsen, in einer anderen nicht. Ferner enthielten alle vier Sorten englischen Zinks Arsen, am meisten das von Vivian.

Zuletzt geben die Verfasser die Resultate von Versuchen über die Fällbarkeit des Zinks aus sauren Lösungen durch Schwefelwasserstoff, über welchen Gegenstand neuerdings hin und her gestritten

worden ist. Sie weisen nach, daß die Ursache der Fällung stets eine zu große Verdünnung ist, gegen welche auch ein merklicher Ueberschuß freier Säure nicht schützt; so wurde z. B. aus einer Chlorzinklösung, die in 10 Cubikcentim. 0,2118 Grm. Zinkoxyd enthielt und mit 3 Cubikcentim. Salzsäure von 1,1 spec. Gewicht versetzt war, nach Zusatz von 500 Cubikcentim. Wasser nichts gefällt; wenn dagegen nur 2 Cubikcentim. Salzsäure und 500 Cubikcentim. Wasser hinzugesetzt wurden, so fiel schon nach einer Stunde viel Schwefelzink, und bei doppelt so großer Verdünnung war nach 18 Stunden alles Zink niedergeschlagen.

Vierter Abschnitt.

Kupfer.

Ueber die Anwendung der Pelouze'schen Kupferprobe bei der Gehaltsbestimmung von Kupferschiefern bemerkt Herr Emil Löwe zu Dresden in der Freiberger berg- und hüttenm. Ztg., 1861, Nr. 9, Folgendes: — Sollen Kupfererze überhaupt auf ihren quantitativen Gehalt an Kupfer geprüft werden, so entscheiden einerseits ihre Reichhaltigkeit an Metall, und andererseits ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften über die Wahl der Probirmethode. Für reichhaltige Kupfererze, wie z. B. für Malachit, Kupferlasur, Kupferfahlerz, reinen Kupferkies rc., wird man sich, um ihren Gehalt zu ermitteln, mit ziemlicher Sicherheit des gewöhnlichen, trockenen Verfahrens bedienen, welches, je nachdem man es mit geschwefelten Erzen zu thun hat, in einer Röstung, einer darauf folgenden Verschmelzung auf Schwarzkupfer und einem Gaarmachen des erhaltenen Schwarzkupfers besteht; eine solche Probe giebt für hüttenmännische Zwecke bei nicht zu armen Erzen immer ein brauchbares Resultat. Anders ist es dagegen, wenn man sehr arme Kupfererze zu probiren hat, denn bei solchen kommt es natürlich sehr darauf an, den wahren, wirklichen quantitativen Gehalt zu kennen, indem oftmals Fälle vorkommen, wo ein halbes Prozent mehr oder weniger Kupfer über die Verhüttungswürdigkeit des Erzes entscheidet. Um solche zu probiren, muß man nothwendig den nassen Weg einschlagen, da derselbe sehr genaue Resultate erzielt, welche man bei der trockenen Kupferprobe nicht erhält, weil bei einer solchen bekanntlich öftere Gelegenheit zu geringen Verlusten gegeben ist.

Zur quantitativen Bestimmung des Kupfers auf nassem Wege sind nun viele Methoden vorgeschlagen, wir erwähnen hier die

Titrirmethoden von Pelouze, Streng, Schwarz, de Haen, ferner die colorimetrische Probe von Heine, sowie die sogenannte schwedische Kupferprobe, und alle diese Methoden haben für besondere Fälle ihre besonderen Vortheile.

Herr Löwe hat sich zur Untersuchung armer Kupferschiefer aller der angeführten Methoden bedient und ist der Ansicht, daß sich das von Pelouze angegebene maaßanalytische Verfahren am besten dazu eignet.

Dze Pelouze'sche Kupferprobe beruht, wie bekannt, darauf, daß das Kupfer in ammoniakalische Lösung gebracht wird, aus welcher man es mittelst Schwefelnatriums als Schwefelkupfer niederschlägt, wobei die Beendigung der Reaktion dadurch angezeigt wird, daß die blaue Farbe des Kupferoxyd-Ammoniaks verschwindet, und überflüssig hinzugefügtes Schwefelnatrium also keinen Niederschlag mehr hervorbringt. Das Ende der Reaktion kann man, wie wir weiter unten sehen werden, bei einiger Vorsicht genau bestimmen. Sind andere Metalle vorhanden, welche ebenfalls mit in ammoniakalische Lösung gehen und die daraus mittelst Schwefelnatrium fällbar sind, so werden diese oft nach vollständiger Fällung des Kupfers niedergeschlagen. Bei dem Zusetzen von Schwefelnatrium muß man die Kupferlösung bis auf ca. 70—80° C. erhitzen, wobei sich eine constante Verbindung von $5\ \dot{Cu} + \dot{Cu}$ bildet — $5\ \dot{Na} + 6\ \dot{Cu} = 5\ \dot{Cu} + 5\ \dot{Na}$.

Will man nun Kupferschiefer nach dieser Methode probiren, so wägt man am besten eine Menge von 5 Grammen des bei 100° C. getrockneten Probemehles ab, bringt selbiges in einem kleinen Glaskolben mittelst Königswasser unter Kochen zur Lösung, resp. Zersetzung und fügt darauf Ammoniak im Ueberschusse zu, wodurch das Kupfer als blaues Oxyd-Ammoniak in Lösung geht, die durch Ammoniak fällbaren Substanzen aber niedergeschlagen werden. Die Kupferschiefer vor ihrer Aufschließung zu glühen, um das vorhandene Bitumen daraus zu entfernen, ist wohl gut, indessen ist diese Operation nicht unbedingt nöthig und kann der Zeitersparniß halber füglich unterlassen werden. — Man stellt nun den Niederschlag einige Zeit an einen erwärmten Ort und nimmt dann die Filtration der noch warmen Flüssigkeit vor, läßt die blaue Kupferlösung gleich in einen größeren Glaskolben, in welchem man später die Titration selbst vornimmt, fließen, und wäscht den Niederschlag mit heißem Wasser gut aus, bis das Ablaufende nicht mehr auf Kupfer reagirt. Man könnte nun gleich zur Fällung des Kupfers mittelst

Schwefelnatrium schreiten; aber der auf dem Filtrum zurückgebliebene Niederschlag, welcher aus Eisenoxyd und Thonerde ɪc. und aus den bei der Aufschließung des Erzes ungelöst gebliebenen Theilen besteht, hält in der Regel noch immer eine sehr kleine Kupfermenge zurück, welche sich durch bloßes Aussüßen nicht herausbringen läßt. Um auch dieses wenige Kupfer nicht zu verlieren, löst man den Niederschlag gleich auf dem Filtrum mit einigen Tropfen Salzsäure auf, und wiederholt darauf die Fällung mit Ammoniak gerade so, wie oben gesagt. Man filtrirt hierauf die jetzt nur schwach blau gefärbte Flüssigkeit zu der ersteren, wäscht das zurückbleibende gut aus und hat somit die gesammte Kupfermenge in ammoniakalischer Lösung. Bei dem Aussüßen sowohl des ersten, als auch des zweiten Niederschlages ist ammoniakhaltiges Wasser anzuwenden. — Es wäre hier noch zu erwähnen, daß man bei den eben beschriebenen Operationen immer darauf zu achten hat, daß man keine unnöthig große Flüssigkeitsmenge erhält, welche das Titriren unnöthig erschwert und auch zu Ungenauigkeiten Veranlassung geben kann.

Zur Fällung des Kupfers als Schwefelkupfer bedient man sich einer Schwefelnatriumlösung, von welcher man genau weiß, wieviel Kupfer ein gewisses Volumen davon niederzuschlagen im Stande ist. Was den Concentrationsgrad der Schwefelnatriumlösung betrifft, so ist zu bemerken, daß man letztere immer sehr verdünnt anzuwenden hat, da, wenn das Fällungsmittel zu stark concentrirt gebraucht wird, die Beendigung der Reaction niemals scharf hervortritt und man dadurch ziemlich bedeutende Fehler machen könnte. Am besten verdünnt man die Schwefelnatriumlösung soweit, daß 55—60 Cubikcentimeter davon etwa 1 Gramm. Kupfer ausfällen; die Ausfällung des Kupfers geschieht dann nicht so plötzlich, als sie bei einer sehr concentrirten Lösung eintreten würde, und man hat somit Gelegenheit, den Punkt, wo die Fällung vollständig beendigt ist, sehr scharf zu beobachten. — Da sich die Schwefelnatriumlösung sehr leicht durch Zutritt der Luft etwas verändert, so ist es sehr zu empfehlen, dieselbe jedesmal von Neuem zu titriren, wenn man eine Anzahl Proben zu fertigen hat. Diese Mühe ist eine so geringe, daß sie, wenn man viele Kupferbestimmungen auf einmal macht, kaum in Betracht kommen kann. Man wiegt sich zu diesem Behufe eine Quantität von etwa 0,2 bis 0,3 Grammen chemisch reines Kupfer ab, löst dieses mittelst Salpetersäure auf, fügt etwas reines Wasser und Ammoniak hinzu und sieht zu, wie viel Cubikcentimeter Schwefelnatriumlösung nothwendig waren, um altes Kupfer als Schwefelkupfer aus-

zufällen; aus der verbrauchten Anzahl Cubikcentimeter berechnet man, wie viel 1 Cubikcentimeter Schwefelnatrium ausfällt.

Die Bereitung des Schwefelnatriums geschieht am besten folgendermaßen: Man löst käufliche Soda in einem eisernen Kessel auf und kocht die Lösung unter Zusatz von gepulvertem Kalk so lange, bis sich alle Kohlensäure mit dem Kalk zu kohlensaurem Kalk verbunden hat, was man daran leicht erkennen kann, daß eine Probe der Natronlauge mit Säure nicht mehr aufbraust. Dann filtrirt man die Natronsolution möglichst schnell ab, damit sie nicht wieder Kohlensäure aus der atmosphärischen Luft aufnimmt und theilt sie in zwei gleiche Theile, den einen sättigt man vollständig mit Schwefelwasserstoff und fügt dann den anderen Theil dazu, wodurch man einfach Schwefelnatrium erhält. Die so erhaltene Lösung bewahrt man in gut schließenden Gefäßen auf und verdünnt sie zum Gebrauche, wie oben angegeben.

Bei der Manipulation des Hinzufügens der Schwefelnatriumlösung muß man, wie schon oben erwähnt, die Flüssigkeit, welche das zu bestimmende Kupfer in ammoniakalischer Lösung enthält, erst auf 70—80° C. erhitzen, um eben die constante Verbindung von $5\,\dot{C}u + \dot{C}u$ zu bilden. Man gießt nun aus einer Bürette, welche in Zehntel Cubikcentimeter eingetheilt und deren oberes Ende in ein Ausgußrohr ausgezogen ist, die Schwefelnatriumlösung in kleinen Portionen zu und läßt vor jedesmaligem neuen Zusetzen die zu titrirende Flüssigkeit durch geschicktes Schwenken des Kolbens in eine rotirende Bewegung gerathen, wodurch sich der gebildete Niederschlag von Schwefelkupfer sehr schnell zu Boden setzt und die darüber stehende Flüssigkeit ganz klar und durchsichtig erscheinen läßt. Darauf tröpfelt man wieder etwas Schwefelnatrium zu, und kann bei einiger Uebung schon aus der Stärke des neu entstehenden Niederschlags beurtheilen, ob das Ende der Reaktion bald eintreten werde, oder nicht. Geht die Fällung ihrem Ende entgegen, so verschwindet die blaue Farbe, und der neu entstehende Niederschlag wird immer schwächer. Ist man auf diesem Punkte angelangt, so liest man auf der Bürette die schon verbrauchten Cubikcentimeter ab und setzt nun sehr vorsichtig einen neuen Tropfen Schwefelnatrium zu; wird durch dessen Hinzufügung kein Niederschlag mehr hervorgebracht, bleibt also die Flüssigkeit ganz klar, so ist die Probe als beendet anzusehen und man berechnet nun aus der verbrauchten Anzahl Cubikcentimeter Schwefelnatrium den Kupfergehalt des untersuchten Erzes. Während des Titrirens nimmt man seinen Stand am geeignetsten so,

daß man den Kolben während des Eingießens der Schwefelnatriumlösung gegen das Licht hält, weil man nur auf diese Weise mit Entschiedenheit beobachten kann, ob ein neu hinzugefügter Tropfen noch eine Fällung hervorbringt; auch versäume man nie, vor jedem neuen Zusatze des Fällungsmittels den Niederschlag von Schwefelkupfer erst vollständig absetzen zu lassen.

Eine so ausgeführte Probe giebt sehr genaue Resultate, ist in ihrer Ausführung sehr einfach, leicht und erfordert wenig Zeit, so, daß man mit Bequemlichkeit in einem Tage 30—40 solcher Kupferbestimmungen ausführen kann.

Man macht indessen dieser Methode verschiedene Vorwürfe, und zwar hauptsächlich den, daß, wenn andere Metalle mit bei der Probe gegenwärtig sind, welche ebenfalls in die ammoniakalische Lösung gehen und daraus durch Schwefelnatriumlösung niedergeschlagen werden, das Ende der Reaktion unsicher wird. Es ist allerdings nicht zu leugnen, daß in gewissen Fällen, wo dem Kupfer sehr viel Metalle oben erwähnter Eigenschaft beigemengt sind, diese Probe keine genauen Resultate giebt; indessen für Kupferschiefer ist sie sehr gut anwendbar, da man bei diesen Erzen wohl sehr selten eine andere schädliche Beimengung finden wird, als höchstens eine sehr geringe Menge von Zink. Die Fällung des Zinks aber durch Schwefelnatrium tritt erst nach vollständiger Fällung des Kupfers ein und ist auch, da das Schwefelzink eine weiße Farbe hat, die Grenze, wo vieles anfängt zu fallen und das Schwefelkupfer schon vollständig niedergeschlagen ist, eine ganz genau bestimmte.

Ueber die Parkes'sche Methode, das Kupfer durch Cyankalium zu titriren, hat Fr. Field in der Revue univ., 1860, 5. Lief., S. 287, und daraus die Freib. Ztg., 1861, Nr. 17, die nachstehenden Bemerkungen gemacht: — Im Mining Journal vom Jahre 1851 hat Mr. Parkes eine volumetrische Methode bekannt gemacht, das Kupfer mit einer Normallösung von Cyankalium zu titriren. Die Methode ist so bekannt und hat so allgemeinen Eingang gefunden, daß wir uns beschränken, sie kurz zu erwähnen, ohne in die Einzelnheiten des Verfahrens näher einzugehen. Dieselbe besteht darin, daß man zu der mit einem Ueberschuß von Ammoniak versetzten Lösung der kupferhaltigen Substanz eine Lösung von Cyankalium vorsichtig tropfenweise bis zum Verschwinden der blauen Färbung hinzufügt.

Gegen das Ende dieser Operation ist es indessen schwierig, den Zeitpunkt der völligen Entfärbung zu beobachten; die Flüssigkeit

nimmt einen leichten violetten Ton an, der allmälig erblaßt, und erst nach hinreichend langer Zeit ist dieselbe völlig entfärbt. Es bedarf deshalb großer Geschicklichkeit und großer Vorsicht, um genau die erforderliche Menge der Cyankaliumlösung zu treffen. Gegen das Ende der Operation muß man die Flüssigkeit einige Zeit (15—20 Minuten) stehen lassen, und wenn nach diesem Zeitraume die blaue Färbung noch nicht verschwunden ist, fügt man auf's Neue einige Theile der Cyankaliumlösung hinzu, rührt gut um und läßt die Flüssigkeit wieder stehen. Es ist immer besser, eine geringe Färbung zu lassen, weil dieselbe nach 12—15 Minuten doch verschwindet. Seit der Veröffentlichung dieses Verfahrens hat Herr Field mehr als 15000 Kupfertitrirungen mit Cyankalium ausgeführt, diese Methode mit anderen genau bekannten Methoden verglichen, um ihre Genauigkeit zu prüfen und zu untersuchen, welchen Einfluß die Lösungen anderer Metalloxyde ausüben, wenn sie mit denen des Kupfers gemengt sind.

Das Titriren des Kupfers mit Cyankalium kann mit Genauigkeit immer ausgeführt werden, wenn das Kupfer vererzt vorkommt mit Schwefel (Kupferglas), mit Schwefelsäure (Brochantit), mit Sauerstoff (Kupferoxyd und Rothkupfererz), mit Kohlensäure (Malachit und Lasur), mit Chlor (Atacamit) und mit Phosphorsäure (Tagilit). Das Verfahren gelingt gleichfalls, wenn das Kupfer an Arsen gebunden ist (Domeykit) oder wenn es mit Arsen und Arsensäure zusammen vorkommt, vorausgesetzt, daß die Substanz kein Eisen enthält; bei Legirungen von Kupfer und Zinn, Kupfer und Antimon; bei den Doppelschwefelungen des Kupfers und Eisens; beim Chalkopyrit und Phillipsit.

Bei jedem kupferhaltigen Minerale, welches zugleich Eisen enthält, ist es vortheilhafter, die Cyankaliumlösung unmittelbar zu der ammoniakalischen Kupferlösung zuzusetzen, ohne letztere erst durch Filtration von dem in ihr suspendirten Eisenoxyde zu trennen. Jeder Chemiker weiß, mit welcher Energie letzteres die ammoniakalische Kupferlösung zurückhält; die völlige Trennung des Kupfers gelingt nicht einmal durch ein mehrstündiges Auswaschen mit heißem Ammoniak. Obgleich die Flüssigkeit klar durch das Filter geht, nimmt sie doch nach einigen Tagen eine deutlich blaue Farbe an.

Das Eisenkaliumcyanür, das empfindlichste Reagens auf Kupfer, zeigt immer die Gegenwart des Kupfers im Eisenoxyd an, selbst wenn Schwefelwasserstoff und Ammoniak keine Spuren mehr entdecken lassen.

Man löse eine kleine Menge Kupfer mit einem großen Ueberschuß von Eisen zusammen in Salpetersäure, versetze mit viel Ammoniak und filtrire das Eisenoxyd ab; man wird sich dann überzeugen können, daß, wenn selbst nach mehrtägigem Auswaschen eine kleine Menge dieses Eisenoxydes in Salzsäure gelöst, mit Ammoniak gefällt und nochmals filtrirt wird, dies Filtrat nach Zusatz von Eisenkaliumcyanür auf einer Porzellanschale einen braunen Fleck hinterläßt, wenn der Ueberschuß des Ammoniaks bei gelinder Wärme verdunstet wird.

Es ist deshalb unnütz, das Eisenoxyd abzufiltriren, und kann ohne Filtration die Kupferbestimmung mit großer Genauigkeit ausgeführt werden.

In den Kupferschlacken z. B., welche 0,2 bis 0,8 Proz. Kupfer und 40 bis 50 Proz. Eisen enthalten, ist der Kupfergehalt unmöglich genau zu bestimmen, wenn man nach der Fällung mit Ammoniak filtrirt; wenn man jedoch die Cyankaliumlösung zu der Flüssigkeit hinzugießt, in welcher das Eisenoxyd noch suspendirt ist, so kann man mit vieler Genauigkeit den Kupfergehalt noch abschätzen. Ueber dem Eisenoxydniederschlage steht immer eine Schicht einer klaren, blau gefärbten Flüssigkeit; man setzt einige Tropfen der entfärbenden Musterflüssigkeit zu, rührt um und läßt absetzen, bis die Flüssigkeit wieder klar geworden ist. Ist sie noch blau gefärbt, so muß man von Neuem Cyankaliumlösung hinzufügen und diese Operationen so lange wiederholen, bis die Flüssigkeit einen blaß violetten oder eher rosarothen Ton annimmt, dann läßt man sie einige Zeit stehen, und wenn die Färbung nicht verschwindet, setzt man noch Cyankaliumlösung zu.

Die Resultate zahlreicher Versuche beweisen, daß man dies Reagens mit vielem Erfolge zur volumetrischen Bestimmung des Kupfers verwenden kann. Diese Methode ist zugleich sehr bequem zur Untersuchung von Schlacken und anderen Kupferhüttenprodukten; denn während sich das Eisenoxyd in einem Glase absetzt, kann man eine andere Probe titriren. Um die Genauigkeit dieser Methode zu zeigen, will der Verfasser zwei oder drei vergleichende Beispiele aus der großen Zahl der von ihm gemachten Versuche anführen: Ein Mineral, welches nur Schwefel, Eisen und Kupfer und ein wenig Quarz enthielt, gab bei fünf Bestimmungen 31,4, 31,5, 31,3, 31,5, 31,5, im Mittel 31,4 Proz. Kupfer. Zwei Bestimmungen durch Fällung des Kupfers aus der salzsauren Lösung durch metallisches Eisen ergaben: 31,38, 31,42, 31,47, 31,44, im Mittel 31,427 Proz. Kupfer. Zwei auf die gewöhnliche Weise durch Fällen des Kupfers

durch Schwefelwasserstoff und Ueberführung desselben in Kupferoxyd ausgeführte Bestimmungen ergaben: aus dem Kupferoxyd berechnetes Kupfer 31,384, 31,402, im Mittel 31,395. Diese Versuche beweisen, mit welcher Genauigkeit man durch Cyankalium titriren kann.

Zu jedem Versuche nahm man 50 Grains (3,24 Gramm) [1 Grain = 0,0648 Gramm, 1 Gallon = 8 Pints = 4,534 Liter] des Minerals und verfertigte die Normallösung auf die Weise, daß man 1,3 Grains (0,8424 Gramm) des Salzes in 4 Pinten (2,272 Liter) Wasser löste.

Eine Lösung von diesem Concentrationsgrade kann sich mehrere Tage ohne Zersetzung halten; indessen ist es immer sicherer von Zeit zu Zeit sich durch einen Vorversuch zu überzeugen, daß sich der Titre nicht verändert hat.

Die Verbindungen von Kupfer und Zinn, sowie von Kupfer und Antimon können leicht und ohne Schwierigkeit titrirt werden. In den Verbindungen von Kupfer und Arsenik kann ersteres Metall mit großer Genauigkeit nach dieser Methode bestimmt werden. Eine Probe des Domeykit, welche dem Verfasser von Herrn Domeyko, der ihn entdeckt hat, mitgetheilt wurde, gab beim Titriren nach dieser Methode 71,6 Prozent, Herr Domeyko fand 71,64 Proz. und nach der Theorie sollte er 71,91 Proz. enthalten (Cu^6 As).

Es ist hier zu bemerken, daß das Cyankalium der Bestimmung des Arseniks in keiner Weise nachtheilig ist, es erleichtert dieselbe vielmehr, denn die gebildete arsensaure Ammoniakmagnesia (2 Mg O NH_4 O As O_5 + H O) läßt sich leichter aus der ammoniakalischen Cyankupferlösung auswaschen, als aus der Lösung des Kupferoxydes in dem flüchtigen Alkali. Wenn Arsensäure und Kupfer gleichzeitig in einer Flüssigkeit bestehen, so werden sie nicht gefällt, auch wenn man einen Ueberschuß von Ammoniak zusetzt. Fügt man jedoch schwefelsaure Magnesia hinzu, so fällt das oben erwähnte Doppelsalz. Es ist sehr schwierig, selbst durch ein verlängertes Auswaschen alles Kupfer zu entfernen, welches der Niederschlag einhüllt.

Wenn das Arsen in großer Menge vorhanden, ist es fast unumgänglich nöthig, den Niederschlag von arsensaurer Ammoniakmagnesia von Neuem in Salzsäure zu lösen und durch Ammoniak zu fällen. Wenn man jedoch, wie oben gezeigt, Cyankalium bis zum Verschwinden der blauen Farbe hinzufügt, so kann der Niederschlag viel leichter durch Auswaschen vom Kupfer befreit werden, denn das Cyankupferammoniak kann viel leichter ausgewaschen werden, als

Kupferoxydammoniak. In diesem Falle kann man eine zweimalige Fällung vermeiden. Jedoch darf man nicht vergessen, daß, wenn Eisen, Kupfer und Arsen zusammen vorkommen, das Cyankalium nicht mehr zur Bestimmung des Kupfers angewendet werden kann.

Bei der Lösung in Säuren nämlich bildet sich Arsensäure und arsensaures Eisenoxyd; letzteres ist in Ammoniak mit brauner Färbung löslich und macht so die Reaktion unsicher. Mr. Parkes schlägt vor, in solchem Falle zu der ammoniakalischen Lösung vor dem Cyankalium schwefelsaure Magnesia hinzuzufügen, wodurch man einen Niederschlag erhält, der aus einem Doppelsalz der Arsensäure mit Ammoniak-Magnesia und Eisenoxyd besteht. Verfasser hat diese Methode sehr zweckmäßig gefunden.

Verbindungen von Kupfer und Zink. Bei Gegenwart von Zink kann das Cyankalium nicht zur Kupferbestimmung angewandt werden. Man braucht eine größere Menge der Normalflüssigkeit und der Mehrbedarf hängt ab von der Menge des gegenwärtigen Zinks. Wenn man zu der ammoniakalischen Lösung der Oxyde des Kupfers und Zinks Cyankaliumlösung hinzufügt, so bilden sich zwei schöne krystallinische Verbindungen, von denen die eine in großen regulären Krystallen von hellblauer Farbe, die andere in schneeweißen, stark glänzenden Nadeln anschießt. Beide sind vollkommen unlöslich in Wasser, und wie der Herr Verfasser glaubt, noch nicht hinreichend studirt.

Verbindungen von Kupfer und Silber. Die Gegenwart des Silbers verhindert ebenfalls die Bestimmung des Kupfers. In einer ammoniakalischen Lösung dieser beiden Metalle scheint das Cyankalium sich zuerst mit dem Silber zu verbinden. Das Kupfer-Ammoniakcyanür wird durch Silbersalze zerlegt. Gießt man zu der Lösung eines Kupfersalzes in einem großen Ueberschuß von Ammoniak so lange Cyanwasserstoffsäure hinzu, bis die Flüssigkeit vollkommen farblos wird, so tritt beim Hinzufügen von salpetersaurem Silber die blaue Färbung wieder hervor und es bildet sich ein Cyanür von Kupfer und Silber. Es giebt eine große Menge von einander verschiedenen Verbindungen von Silber, Kupfer, Ammonium und Cyan, welche noch nicht untersucht sind. Vorzüglich eine davon läßt sich durch vorsichtiges Abdampfen in tiefblauen, stark glänzenden Krystallen darstellen und enthält über 60 Prozent Silber. Eine andere Verbindung bildet perlmutterglänzende Tafeln und enthält mehr Kupfer.

Nickel und Kobalt machen beide wegen ihrer Löslichkeit im

Ammoniak mit bestimmten Farben die Bestimmung des Kupfers unmöglich.

Mangan und Kupfer. Mr. Parkes zeigt uns, daß die Gegenwart des Mangans die Bestimmung des Kupfers erschwert; daß man jedoch die störende Einwirkung aufheben kann, wenn man sich statt des caustischen Alkalis dessen kohlensauren Salzes bedient und einige Zeit lang kochen läßt.

Auf diese Weise läßt sich die störende Einwirkung des Mangans jedoch nur bis zu einem gewissen Punkte umgehen, denn Herr Field hat stets gefunden, daß die Resultate fühlbar ungenau waren. Es ist dabei zu bemerken, daß die Lösungen der oben erwähnten, das Kupfer begleitenden Metalle einen Ueberschuß von Cyankalium erfordern, was leicht zu erklären ist, da die Oxyde des Zinks, Kobalts, Nickels, Silbers in Ammoniak löslich sind, eine mehr oder weniger kräftige Wirkung auf das Cyan ausüben und dessen direkte und vollkommene Verbindung mit dem Kupfer verhindern. Bei Gegenwart von Mangan jedoch muß man, statt mehr, weniger Cyankalium anwenden. Wenn z. B. 1000 Grains der Musterflüssigkeit 5 Grains Kupfer entfärben, so werden bei Gegenwart von 3 Grains Silber oder Zink 1200—1300 Grains erforderlich sein, um obige 5 Grains zu entfärben. Das freie kohlensaure Kali, welches immer im käuflichen Cyankalium enthalten ist, fällt einen Theil des Mangans aus seiner ammoniakalischen Lösung, sonst würde das Resultat noch mehr beeinträchtigt. Herr Field kann zwei Versuche anführen, von denen der eine mit einem Gemenge von 5 Grains Kupfer und 5 Grains Manganhyperoxyd, der andere mit einem vom Verfasser kürzlich beschriebenen Minerale ausgeführt wurde, einem Doppelsilicate von Kupferoxyd und Manganoxyd von folgender Zusammensetzung:

Wasser	16,00
Kupferoxyd . . .	27,00
Manganoxyd . . .	34,41
Kieselsäure . . .	22,16
	99,57

Im ersten Falle entfärbten 894 Grains die Flüssigkeit und trat nach mehrwöchigem Stehenlassen keine Veränderung ein. Da nun 1000 Grains der Musterflüssigkeit 5 Grains Kupfer entsprechen, so sind 894 Grains = 4,47 Kupfer, was einen Verlust von über 10 Prozent anzeigt.

Im zweiten Falle sind die in der Analyse gegebenen Zahlen die

Resultate vieler sorgfältig ausgeführten Bestimmungen des Kupfers durch Ausfällen desselben als Schwefelkupfer und Bestimmung als Kupferoxyd; die Probe mit Cyankalium gab jedoch nur 23,8—23,9 Proz. Kupfer, mithin fast 11 Prozent weniger als die Analyse.

Vergeblich hat der Verfasser versucht, Krystalle von Cyanmangan, Cyankupferammonium darzustellen, deren Analyse vielleicht zur Aufklärung dieses Phänomens geführt hätte. Es giebt wahrscheinlich eine farblose Verbindung dieser beiden Metalle, die sich aber beim Eindampfen zersetzt, indem ein großer Theil des Mangans sich als Oxyd niederschlägt.

Zum Schluß will Herr Field noch hinzufügen, daß das Cyankalium sehr geeignet ist zur Kupferbestimmung in vielen Legirungen und in seinen Verbindungen mit nicht metallischen Elementen zu dienen; ferner bietet diese Methode, bei Anwendung der bei allen Methoden der quantitativen Analyse erforderlichen Vorsicht, eine sehr große Genauigkeit.

Herr Dr. Mohr hat in einem Artikel über die volumetrische Bestimmung der Cyanwasserstoffsäure und der alkalischen Cyanmetalle (Liebig's Jahresb. 1855; Mohr's Titrirmethode 2. Abtheil. S. 91) empfohlen, zu der zu untersuchenden Flüssigkeit eine ammoniakalische Lösung eines Kupfersalzes zuzusetzen oder so lange von der titrirten Kupferlösung zuzufügen, bis eine bleibende Färbung entsteht. Er stellt den Vorgang, wie folgt, dar:

$$2\,NH_4\,Cy + Gu\,OSO_3 + x\,NH_4\,O = Cu\,Cy,\,NH_4\,Cy + NH_4\,OSO_3 + X\,NH_4\,O.$$

„In der neu erstehenden Verbindung, sagt er, sind zwei Atome Cyan und 1 Atom Kupfer enthalten. Alle Erfahrungen beweisen die Existenz einer Verbindung von $Cu\,Cy + NH_4\,Cy$, und zeigen, daß sich während der Reaktion keine zufällige Verbindungen bilden.“

Obgleich dem Dr. Mohr die Darstellung der Verbindung $Cu\,Cy + NH_4\,Cy$ in Krystallen nie geglückt sein wird, so läßt sich doch ihre Existenz nicht wohl bezweifeln.

Eine große Anzahl von Versuchen, welche Herr Field vor Jahren anstellte, haben ihn überzeugt, daß die Lösung eines Kupfersalzes ein sehr empfindliches Reagens auf Cyan ist und daß man damit jedes Cyankalimetall und Cyanwasserstoffsäure rasch und genau prüfen kann.

Der Schlußsatz des Herrn Dr. Mohr, daß „sich während der Reaktion keine zufälligen Verbindungen bilden,“ ist jedoch zu bestreiten. Wenn man nämlich zu einer concentrirten ammoniakalischen

Lösung eines Kupfersalzes Cyankalium oder Cyanwasserstoffsäure bringt, so bilden sich sehr schöne grüne Krystalle, die sich nur langsam in kaltem Ammoniak auflösen. Dieser Umstand tritt leicht bei der Untersuchung reicher Kupfererze ein, wenn die Flüssigkeit nicht hinreichend verdünnt ist. Diese Erscheinung verursacht manche Schwierigkeiten, da sich die Krystalle rasch bilden und am Glase anhängen.

Diese Verbindung ist von Dufau untersucht, der folgende Zusammensetzung gefunden hat:

$$2\,NH_3,\ Cu_2\ Cy,\ Cu\ Cy$$

und neuerdings von Hilkenkamp, dessen Analysen auf folgende Formel führen:

$$2\,NH_3,\ 2\,Cu_2\ Cy,\ Cu\ Cy + 2\,HO,$$

sehr verschieden von der Dufau'schen. Nachdem man die Krystalle durch Filtration getrennt hat, setzt die Mutterlauge prachtvolle violette krystallinische Lamellen ab, die nach der Formel $2\,NH_3$, $2\,Cu_2$ Cy, Cu Cy zusammengesetzt sind, also die grüne Verbindung ohne die zwei Atome Wasser enthalten.

Außer diesen beiden Verbindungen hat Herr Field noch andere, bis jetzt unbekannte gefunden. Die von den grünen und violetten Krystallen getrennte Flüssigkeit ist von hellblauer Farbe und setzt nach einigen Tagen große, schön goldfarbene Krystalle ab.

Wenn man ferner Cyanwasserstoffsäure oder ein lösliches Cyanmetall zu einer ammoniakalischen Lösung eines Kupfersalzes zusetzt, so bilden sich nach mehreren Wochen über einen Zoll lange perlmutterglänzende Krystalle, welche bedeutend weniger Kupfer enthalten, als die von Herr Dr. Mohr betriebene Verbindung. Wenn man ferner eine ammoniakalische Kupferlösung, in welcher Eisenoxyd oder ein anderer unlöslicher Körper suspendirt ist, im leichten Ueberfluß mit Cyankalium versetzt, so bilden sich nach einigen Stunden seidenglänzende Büschel von weißer Farbe auf dem Niederschlag, die viel Aehnlichkeit mit dem Salze Cu_2 Cy NH_4 Cy besitzen und in Wasser leicht löslich sind. Alle übrigen oben erwähnten Verbindungen sind in kaltem Wasser völlig unlöslich. Läßt man den weißen krystallinischen Körper, der sich bildet, wenn die Flüssigkeit farblos geworden ist, und die eben erwähnte Verbindung unberücksichtigt, so bilden sich also 3 Verbindungen: eine grüne, eine violette und eine braungelbe.

Es ist jedoch sicher, daß zur Entfärbung eines Atoms Kupfer in einer ammoniakalischen Lösung zwei Atome Cyan erforderlich sind,

und welches auch die Formeln der accessorischen Bildungen sein mögen, sie sind löslich in einer Verbindung von 2 Cyan und 1 Metall. Herr Mohr erwähnt die gegenseitige Bestimmung des Kupfers durch Cyanwasserstoffsäure und letztere durch das Kupfer, und scheint demselben die von Parkes vor einigen Jahren veröffentlichte Methode wahrscheinlich unbekannt geblieben zu sein.

Ueber die eben so wichtigen als interessanten, in stetem Fortschreiten begriffenen Mansfelder Hüttenprozesse, bringt die Freiberger berg- und hüttenm. Zeitung, 1861, Nr. 49 u. ff., eine gute Arbeit, aus welcher wir das Folgende entnehmen: — Der Bergbau im Mansfeldschen wird auf dem Ausgehenden dreier, naheliegender Mulden der Zechsteinformation betrieben und zerfällt in drei Reviere: das Sangerhäuser, das obere und das untere Mansfelder. Die Hütten sind in diesen Revieren vertheilt; die Sangerhäuser verschmelzt die dort vorkommenden Schiefer, Sanderze und die Kupfererze, welche auf den, die Formation durchsetzenden Rücken vorkommen; auf der Ober- und Mittelhütte bei Eisleben, der Kreuz-, Katharinen- und Eckardtshütte bei Laimbach, der Silber-, Friedeburger und Kupferkammerhütte erfolgt das Rohschmelzen und Spuren mit den betreffenden Vorarbeiten. Dagegen wird auf der Gottesbelohnunghütte die Entsilberung und das Verschmelzen der entsilberten Rückstände auf Schwarzkupfer bewirkt, während das Gaarmachen und Raffiniren des Kupfers auf der Saigerhütte geschieht.

Allgemeine Uebersicht der Mansfelder Hüttenprozesse. — 1. Das Schieferbrennen nimmt den Schiefern die Feuchtigkeit, das Bitumen, die in dem kohlensauren Kalk enthaltene Kohlensäure und einen Theil Schwefel.

2. Das Hohofen- oder Rohschmelzen bewirkt eine Trennung der leichtmetallischen Verbindungen im Schiefer von den schwermetallischen; letztere fallen als ein Roh- oder Kupferstein genanntes Schwefelmetall zu Boden, während sich einige flüchtige Substanzen, wie Zink und Schwefel in Dampfform entwickeln.

3. Das Rösten des Kupfersteines bildet schwefelsaure Salze.

4. Das Concentriren oder Spuren im Flammofen reinigt die Kupfer- und Silberverbindungen von den übrigen Schwermetallen, zumal vom Eisen. Beigesetzte Kieselsäure verschlackt dieselben, während Kupfer und Silber den mit ihnen verbundenen Schwefel festhalten. Zink und Schwefel entwickeln sich, letzterer als

schweflichte und Schwefelsäure; der Spurstein fließt in Wasser und wird granulirt und die Granalien werden gemahlen.

5. Das Rösten im Flammofen dient zum Vorbereiten des Granalienmehls zur Entsilberung. Bei Luftzutritt werden in der Hitze aus den Schwefelverbindungen der Metalle schwefelsaure Salze, hauptsächlich schwefelsaures Eisen, Kupfer und Silber; bei stark zunehmender Hitze zersetzt sich jedoch der Eisenvitriol wieder und das Eisenoxydul verwandelt sich in Eisenoxyd. Theilweis zersetzt sich auch der Kupfervitriol wieder; triebe man aber den Prozeß so weit, d. h. würde der Röstpost todtgeröstet, so würde sich auch das schwefelsaure Silberoxydul zu zersetzen anfangen. Als Hauptprodukte bleiben demnach: schwefelsaures Silberoxydul, Kupfervitriol, Kupferoxydul und Eisenoxyd.

6. Bei dem Auslaugen und der Silbergewinnung löst heiße Lauge, d. h. heißes Wasser mit etwas Schwefelsäure versetzt oder vermischt, mit der nach dem Silberfällen gebliebenen Kupfervitriollösung, das schwefelsaure Silberoxydul und das wenige noch vorhandene schwefelsaure Kupferoxydul auf, läßt das Kupferoxydul und Eisenoxyd zurück. Die Lösung geht durch Filter- und Abklärvorrichtungen über Kupferbarren, worauf sich das Silber mittelst eines galvano-chemischen Prozesses niederschlägt.

7. Das Silber wird darauf durch Feinbrennen oder Raffiniren gereinigt.

8. Das Schwarzkupferschmelzen macht die beim Auslaugen gebliebenen, meist aus Kupferoxydul bestehenden Rückstände, im Reductionsfeuer, auf Schwarzkupfer zu Gute.

9. Das Schwarzkupfer wird entweder im kleinen Gaarherd zu Rosettenkupfer geschmolzen, oder

10. im Flammofen raffinirt. Dabei wendet man ein oxydirendes Schmelzen an, indem sich die dem Kupfer beigemengten Metalle leichter als dieses oxydiren und dann verschlacken.

Es sollen nun diese verschiedenen Prozesse etwas näher betrachtet werden.

1. Das Schieferbrennen geschieht in Haufen von länglich viereckiger Grund- und oberer Fläche und von, je nach dem Platze, verschiedener Größe; die meisten Haufen enthalten 300 bis 600 Fuder (à 58 bis 66 Ctr.), doch giebt es auch sehr große, die an dem einen Ende schon brennen, während am andern Ende noch fortwährend Schiefern zugefahren werden. Das Anbetten geschieht folgendermaßen: Man stürzt etwa 8 Zoll hoch Schiefer, die möglichst bi-

tumenreich sind, unmittelbar auf die Erde, scharrt ringsum am Rande die Schiefer in der Breite einer Reißigwelle bis zu einem Rande auseinander und bettet von einem Ende zum andern ringsherum das Wellholz so an, daß jede Welle die nächstfolgende noch zur Hälfte bedeckt. Hat der Haufen in Folge seiner Lage keinen Windzug, so legt man außer dem Kranze noch mehrere Reihen quer durch den Haufen, damit er mehr Zug bekomme und innen besser durchbrenne. Auf dieses Holz schüttet man 1 Fuß hoch bituminösen Schiefer und 4 bis 5 Zoll minder bituminöse und fährt in derselben Weise abwechselnd fort, bis der Haufen etwa 5 Fuß hoch ist und zu $^2/_3$ aus erstern und zu $^1/_3$ aus letztern besteht. Manche Sorten werden für sich allein gebrannt. Ist ein Haufen in die Höhe gebracht, so wird er an den vier Ecken und im Winter auch an den vier Seiten in Brand gesteckt. Zuerst brennt nur das Wellholz, doch fangen auch bald, trotz Regen und Schnee, die Schiefern wegen ihres Bitumengehalts zu brennen an. Ein Haufen brennt 2 bis 6 Monat, der Schiefer verliert etwa 8 Proz. an Gewicht und es werden dabei auf das Fuder Schiefern 0,1 bis 0,2 Schock Wellholz verbraucht.

Durch das Brennen wird aus den Schiefern das Bitum, die Feuchtigkeit und die Kohlensäure des beigemengten Kalkes entfernt und auch den feinern Schiefern durch Zusammenbacken eine compactere Form gegeben. Endlich ist das Brennen auch eine wesentliche Vorbereitung für das Rohschmelzen, darf aber nicht zu weit getrieben werden, damit nicht zuviel Schwefel verflüchtigt wird, indem dieser dem Kupfer zur Rohsteinbildung bleiben muß.

2. Das Rohschmelzen. — Die gebrannten Schiefern werden von den Vorläufern auf den Hüttenboden, in die Nähe der Oefen gebracht und dort in Form eines Rechtecks, in einer 8 bis 10 Zoll hohen Lage aufgeschüttet und auf dieselbe wird eine dünne Schicht Flußspath gestreut und zwar in dem Verhältniß, daß auf 1 Fuder Schiefer 4 Ctr. Flußspath kommen; außerdem werden auf 1 Fuder (zu 23 Karren gerechnet) noch 2 Karren Concentrationsschlacke zugesetzt. Auch die Krätzschlacke, d. h. die zuletzt über dem Kupferstein abgezogene und der sogenannte Schweelen, der an dem Kupfersteine festsitzt, werden wieder mit den Schiefern eingeschmolzen. Ist das erste Fuder mit seinen Zuschlägen versorgt, so wird ein zweites, drittes rc. eben so präparirt; einen so entstandenen Haufen nennt man ein Stadel. Da nicht alle Schiefer gleich gut gebrannt sind

und nicht gleich gut schmelzen, so gattirt man ein Stadel meist aus mehreren Haufen.

Das Schmelzen erfolgt in Schachtöfen, bei denen man Groß- und Kleinöfen unterscheidet. Erstere haben bei entsprechend größern Dimensionen als letztere zwei Formen oder Feuer, letztere nur eine; bei jenen liegen sie entweder in der Rückwand oder zu beiden Seiten. Die im Kerngemäuer angewandten Steine zu den Seitenmauern heißen Röhrsteine, die zu der Rückwand Spund- oder Formsteine, die auf dem Sohlsteine aufliegen und, um dessen Neigung auszugleichen, die nach vorn zulaufenden Keilsteine. Die Vorwand ist bei Großöfen 11 Zoll stark und 1 Zoll eingerückt, bei Kleinöfen nur 6 Zoll stark. Die Oefen sind Brillenöfen, und ist deshalb, um zwei Augen zu bilden, ein Augenstein eingesetzt, der 1 Fuß lang und 6 Zoll hoch und breit ist; seine Stirnen stehen 6 Zoll von den Seitenwänden ab, wodurch die Augen gebildet werden. Vor dem Ofen wird zur Scheidung der beiden Herde eine Sandsteinplatte von 3 Zoll Stärke rechtwinklig zur Vorwand in die Hüttensohle versenkt. Das Innere des Ofens steht mit den zwei davor befindlichen Herden durch zwei Augen und deren Reifen in Verbindung. Die Augen werden abwechselnd alle 12 Stunden mit Lehm geschlossen, während welcher Zeit das eine Auge geöffnet bleibt, um die geschmolzene Masse abfließen zu lassen; sie sind durch den Augenstein getrennt. Unter dem Sammlungsraum befindet sich der Sohlstein, welcher um 3 Zoll nach vorn geneigt ist, um dem Geschmolzenen bessern Abfluß zu verschaffen. Beim Betriebe wendet man eine in einem besondern Lufterhitzungsapparat bis auf 100 bis 120^0 erwärmte Luft an.

Die Masse der aufgegebenen Gichtensätze im Schachtraume zerfällt etwa in folgende Zonen:

1. Die Abdunstungs- und Vorwärmsäule, d. h. der Raum von der Gicht bis auf die Rast, wo die aufgegebenen Schiefer, Kohlen und Kokes von der anhaltenden Feuchtigkeit befreit werden. 2. Den Schmelzraum und denjenigen Raum von einigen Zollen über, bis einige Zolle unter der Form, wo die höchste Temperatur herrscht und die Schiefer schmelzen. 3. Der Sammlungsraum, welcher einige Zolle unter der Form anfängt und bis zum Sohlstein geht. Von da aus fließt die geschmolzene Masse durch das Auge und die Reife in den Herd. Dort sinkt der Kupferstein in Folge seiner größern spezifischen Schwere zu Boden, und die Schlacke kann darüber abgezogen werden. — Der Schmelz- und der Sammlungsraum, die der

höchsten Temperatur ausgesetzt sind, bestehen aus großen behauenen Sandsteinen aus dem Rothliegenden, der Schachtraum dagegen nur aus Ziegelsteinen. Zwischen dem innern und dem äußern Gemäuer befindet sich eine Füllung von Sand, Asche und Schlacke.

Beispiele von Ofendimensionen. — Ein großer Schieferofen auf der Oberhütte (a) und ein Großofen auf der Mittelhütte (b) haben folgende Dimensionen:

	(a)		(b)	
Gestell. Höhe	5 Fuß	— Zoll	4 Fuß	8 Zoll
= Weite im Quadr.: unten	2 =	4 =	1 =	8 =
oben	2 =	10 =	2 =	10 =
= Cubikinhalt	$33\frac{1}{2}$ Cub.=Fuß		— =	— =
Rast, konisch, hoch	2 Fuß	— Zoll	1 =	10 =
= = Weite unten . .	3 =	— =	2 =	10 =
= = = oben . .	4 =	10 =	4 =	— =
= = Cubikinhalt . .	10,24 Cub.=Fuß		— =	— =
Kohlensack, cylindrischer, hoch .	1 Fuß	— Zoll	— =	— =
= weit .	4 =	10 =	— =	— =
= Cubikinhalt . . .	$3\frac{3}{4}$ Cub.=Fuß		— =	— =
Schacht, konisch, hoch	8 Fuß	— Zoll	8 =	6 =
= weit unten	4 =	10 =	4 =	— =
= = oben (Gicht) . .	3 =	— =	2 =	— =
= Cubikinhalt	41 Cub.=Fuß	=	— =	— =
Ganzer Ofen	$88\frac{1}{2}$ =	=	— =	— =
= = hoch	16 Fuß	— Zoll	17 =	— =
Höhe der Formen über dem Bodenstein	2 =	2 =	— =	— =

Bei den Kleinöfen ist der Schacht prismatisch wie das Gestell; die Form liegt in 26 Zoll Höhe in der Rückwand. Auf dem Sohlstein ist vorn die lichte Breite 18 Zoll, hinten 30 Zoll, die Tiefe daselbst incl. Vorwand 32 Zoll. Bei 26 Zoll Höhe hat sich die lichte Weite vorn auf 21 Zoll und hinten auf 34 Zoll erweitert, während die Tiefe dieselbe ist. Mit diesen letzten Dimensionen geht der Ofen 3 Fuß senkrecht in die Höhe und verengt sich dann wieder, indem da der $10\frac{1}{3}$ Fuß hohe Schachtraum anfängt. An der Gicht hat er vorn eine Weite von 18 Zoll, hinten von 22 Zoll, bei einer Tiefe von gleichfalls. Hier ist endlich der 1 Fuß hohe sogenannte Trichter aufgesetzt. Er ist von Ziegelsteinen gemauert und nur von 3 Seiten umschlossen; diejenige, von wo die Sätze aufgegeben werden, ist offen. Seine Weite nimmt nach oben der Art zu, daß

seine Wände um 3 Zoll von der Senkrechten abweichen. — Der Sohlstein hat bei Großöfen 4 Fuß Länge, 3 1/2 Fuß Breite und 14 Zoll Stärke, bei Kleinöfen 3 1/2 Fuß Länge, 3 Fuß Breite und 12 bis 14 Zoll Stärke.

Die Gebläse sind entweder Cylindergebläse oder Cagniardellen, von denen die letztern zwar geringere Mengen, aber geringer gepreßten Wind geben; jeder Düse werden in der Minute etwa 180 Cubikfuß zugeführt. — Man arbeitet meist mit erhitzter Luft, welche auf den Schmelzgang so vortheilhaft einwirkt, daß man auf 1 Füllfaß Kohlen 6 bis 8 Füllfässer Schiefer setzen kann, während man früher nur 5 bis 6 aufgeben konnte. Die Winderhitzungsapparate sind nach Art der Wasseralfinger eingerichtet und die sie umschließenden Oefen Treppenroste und werden mit Braunkohlen gefeuert.

Das Schmelzen. — Beim Anblasen eines neu zugemachten Ofens werden auf den Sohlstein einige glühende Kohlen geworfen und es wird der Ofen bis über die Form mit Holzkohlen gefüllt, während die zu ihrer Verbrennung erforderliche Luft durch die Augen einströmt, indem die Formen mit Lehm verschlossen sind. Auf die Holzkohlen setzt man dann:

2 Füllfässer	Kokes,	1 Setzfüllfaß	Beschickung,
1 Füllfaß	„	1	„	„
1 „	„	1 1/2	„	„
1 „	„	1 1/2	„	„
1 „	„	2	„	„
1 „	„	2	„	„

In der letzten Reihenfolge wird fortgefahren, bis der Ofen voll ist. — Ein anderes, bei neuen Oefen angewendetes Verfahren besteht darin, dieselben erst 24 Stunden lang mit Holzkohlen abzuwärmen und dann 1 bis 2 Fuder Beschickung mit Holzkohlen durchsetzt.

Sind alle Holzkohlen bis zur Form in Brand gerathen, so öffnet man die Form und läßt Wind zu; bald sinkt die erste Schieferschicht bis zur Form und fängt zu schmelzen an. Ein Theil der geschmolzenen Masse, Schlack und Schweel, hängt sich an den 1 Zoll weit in den Ofen reichenden Formrüssel und verhärtet in der einströmenden Luft zu einer porösen Masse, welche unten offen bleibt und Nase genannt wird. Bildet sich keine natürliche Nase, wird die Form rothglühend und kommt sie deshalb in Gefahr wegzuschmelzen, so bildet man eine künstliche, indem man einen mit Lehm umwickelten Stab in die Formöffnung stößt und den Lehm an der Form befestigt, woran sich alsdann die Schlacken setzen und die künstliche Nase

vollenden. Die Schmelzzone befindet sich an der Nase und richtet sich nach derselben, welche gerade nach der Mitte des Ofens gehen muß, damit die Seitenwände gleich stark angegriffen werden. Ist aber eine Seite mehr als die andere angefressen, so stürzt der Schmelzer beim nächsten Satze die Kohle mehr auf die andere Seite und lenkt die stärkste Hitze dahin, wohin die Nase nicht gerichtet ist; eben so wird auf die heißeste Seite mehr Schiefer gesetzt. Nach der Nase beurtheilt man den Gang des Ofens; wird sie dunkel und länger, so geht der Ofen zu kühl und es muß der nächste Satz leichter sein, wird sie aber hell und kurz, so geht der Ofen zu heiß und man giebt einen stärkern Satz.

Die geschmolzene Masse tröpfelt auf den Sohlstein nieder, wo sie sich ohngefähr 5 Zoll hoch sammelt. Die Schlacke läuft mit dem Kupferstein zum Auge heraus in den Herd, wo sich dieser vermöge seines größern specifischen Gewichts am Boden sammelt.

Ein neu angeblasener Ofen kommt nach 2 Tagen in den vortheilhaftesten Gang; man setzt alsdann wenigstens 6 Füllfaß Schiefer auf 1 Füllfaß Kohlen. Der durchschnittliche Erzgehalt der Schiefern beträgt ein Fuder zu 60 Centnern, $1\frac{1}{2}$ Ctr. Kupfer und 24 bis 25 Loth Silber; Schmelzwürdigkeit wird durch einen Gehalt von 1 Ctr. Kupfer und 16 Loth Silber im Fuder bedingt. Sehr kieselreichem Schiefer wird Flußspath zugeschlagen, um einen Theil der Kieselsäure an eine Base, die Kalkerde zu binden; aus gleichem Grunde ist auch der Zusatz der sehr basischen Spurschlacke des Flammofens, von welchem wir weiter unten reden werden, und der Schlacke vom Rückstandschmelzen von sehr gutem Erfolge.

Der Zweck des Rohschmelzens ist der, eine geschwefelte Kupferverbindung zu erhalten, wobei jedoch die Bildung von Schwefelzink, Schwefeleisen und anderer Schwefelmetalle unvermeidlich ist. In die Schlacke darf kein Kupfer gehen, und diese selbst muß durch Zuschläge möglichst leichtflüssig gemacht werden; auch darf sie nicht so leicht erstarren, damit sich der Kupferstein erst davon trennen und zu Boden sinken kann. Eine gute Schlacke muß ganz dunkelschwarz aussehen; röthliche enthält Metalltheilchen und Kupfer, blaue zuviel Flußspath.

Der Ofen darf nie weiter bis zur Rast niedergehen, jedoch geschieht dies nur bis 3 Fuß unter den Gichtrand. Der Gichtensatz besteht für ein Feuer (den Großofen nach der Zahl der Formen zu zwei Feuern gerechnet) aus $\frac{1}{4}$ Tonne (= $1\frac{7}{9}$ rhein. Cubikfuß) Kokes und 8 Füllkörben (à 40 bis 45 Pfd.) Schiefer. Bei nor-

malem Gange schmilzt ein Feuer in der Woche 10 bis 11 Fuder Schiefer.

Beim Beschicken des Ofens werden die Kohlen mehr nach der Vorwand, die Schiefer mehr auf Form und Nase gesetzt, indem beim umgekehrten Verfahren die Form wegschmelzen und die Formwände zerfressen werden würden; auch könnte die Schmelzung nur eine unvollkommene sein. Der Aufträger stürzt beim Füllen die Kohlen ein, und der Schmelzer setzt die Beschickung darauf, indem er die Menge der letztern nach der Qualität der Kohlen beachtet; bei sehr klaren Kohlen wird er immer ein Füllfaß weniger Beschickung aufgeben. Gewöhnlich werden in der 12stündigen Schicht der Ofen für je ein Feuer mit 4 bis 6 Sätzen besetzt. Wird die Form von der Hitze angegriffen, was man daran bemerkt, wenn sie, mit einem Eisenstäbchen gerieben, Funken giebt, so bildet man, auf die weiter oben angegebene Weise, mit Lehm eine künstliche Nase.

Die Schmelzarbeiten zerfallen in die Wartung des Auges, der Reise, des Herdes und der Form. Bei der Wartung der letztern hat der Schmelzer auf die Veränderungen der Nase zu achten, um sich in Beziehung auf ihre Größe und Richtung beim Aufgeben der Sätze darnach zu richten. Ist der Ofen in vollem Betriebe und hat sich der eine Herd mit Kupferstein gefüllt, so schließt man das Auge dieses Herdes; man stößt zuerst die Reise dicht vor demselben ab und reinigt es, so wie den Sohlstein, von aller anhängenden Masse, die später mit dem letzten Schlackenfall wieder mit verschmolzen wird. Man stört mit einem langen Eisenstabe, dem sogen. Pocheisen, durch das Auge in den Ofen hinein und entfernt mit dem Störhaken das losgemachte Gestübbe, Schlacke u. s. w. Darauf verschließt man das Auge durch einige Schaufeln voll Stopfmasse, die aus zwei Theilen Lehm und 1 Theil Kohlengestübbe besteht und stampft dieselbe mit dem Stopfeisen fest. In den noch flüssigen Kupferstein der Großöfen, der meist ein Gewicht von 6 bis 7 Centnern hat, hängt man einen eisernen Haken von 1 Fuß Länge, so daß nur sein Oehr oben heraussteht. Ist nun nach etwa 6 Stunden der Kupferstein erkaltet, so fährt man einen zweirädrigen Karren darüber, der an dem einen Ende einen Haken hat, mit dem man in das Oehr faßt. Dieser Haken ist an einer langen Stange befestigt, die sich um die Radaxe dreht, und deren man sich als eines zweiarmigen Hebels bedient, um den Stein herauszuheben. Derselbe wird dann zerschlagen und von dem anhängenden Schweel gereinigt.

Nachdem das eine Auge geschlossen ist, sticht man das andere

auf. Es hat sich aber, während beide Augen geschlossen waren, die geschmolzene Masse auf dem Sohlstein gesammelt und der Stein schon von der Schlacke getrennt. Man sticht daher zuerst das Auge hoch, man schmilzt über den Damm, so daß nur Schlacke abfließen kann, die den Herd erwärmt, damit nicht nachher, wenn der Kupferstein abfließt, ein nachtheiliges Herdkochen oder Aufwallen entsteht. Auf diese Weise findet der später beim Tiefstehen abfließende Stein eine Umhüllung, wogegen er, sogleich mit der Schlacke abfließend, an der Oberfläche Krätze, d. h. ein Gemenge und Gemisch von Schlacke mit Stein und Kupfer bilden würde. Damit die geschmolzene Masse auch auf der Reise nicht erhärte, bildet man eine Nase von Lehm oder Gestübbe darüber; aus der abgezogenen Schlacke werden Formsteine gemacht.

Der Herd muß zuweilen reparirt werden; man gießt dann 6 bis 8 Eimer Wasser hinein, kratzt die Herdmasse auf, um sein Eindringen zu erleichtern, wirft neue Herdmasse auf, stampft sie zu einem neuen Herd aus und trocknet denselben mit glühender Schlacke. Das zur Herdbildung anzuwendende Gestübbe besteht aus 3 Theilen Lehm und aus 2 bis 3 Theilen Kokespulver oder Holzkohlengestübbe.

In lange im Betriebe gestandenen Oefen bilden sich Aeste und Bäuche, welche die Gichten aufhalten, weshalb man wohl in die aus Ziegelsteinen bestehende Vorwand ein Loch hauen muß, um eine Brechstange einzuführen und um die Gichten zum Sinken zu bringen. Bei einer Gebläse-Beschädigung oder einem sonstigen Aufenthalt dämpft man den Ofen, d. h. man verschließt alle Oeffnungen, um die Hitze zusammenzuhalten; jedoch darf ein solcher Zustand höchstens 4 Tage dauern. Manchmal wird es auch nöthig, den Betrieb plötzlich einzustellen, oder den Ofen auszukratzen, indem man ein 3 Fuß hohes und 2 Fuß breites Loch in die Vorwand stößt, das Gebläse abstellt und den Ofen mit dem Kohlenhaken und Pocheisen reinigt, die Ofenwand wieder zumauert. Die Reparaturen sind alle 6 bis 9 Monate erforderlich. Der Sohlstein erhält durch das Einfressen beim Schmelzen sehr bald eine Vertiefung, in welcher sich der Eisengehalt der Schiefern, mit andern Bestandtheilen verbunden, ansammelt. Nach jeder Campagne nimmt man diese Eisensauen heraus, zerschlägt und röstet sie, um sie noch einmal mit durchzuschmelzen.

3. Das Rösten des Kupfersteins. — Der in wallnußgroße Stücke zerschlagene Stein wird in Stadeln geröstet; die Mauern derselben sind von Schlackensteinen aufgeführt, haben abgerundete

Ecken, eine nach hinten ansteigende Lehmsohle, 10½ Fuß Länge, 8½ Fuß Breite und 4½ Fuß Höhe. Auf den Boden wird zuerst eine Decke von Rostschlackengrus gebracht, damit der Stein nicht in die Sohle hineinschmelze. Hierüber breitet man eine Tonne Kohlen gleichmäßig aus; dann kommt eine Schicht Wellholz, bestehend aus ½ bis 2 Schock, worauf wieder ½ Tonne Kohlen gestürzt wird. Dann bringt man die Hälfte des Röstgutes in den Stadel, stürzt darauf wieder 1 Tonne Kohlen, worauf die andere Hälfte des Rostes kommt. Das Ganze wird mit einer Tonne Kohlen und dem beim Zerschlagen entstandenen klaren Kupferstein zugedeckt. Darauf wird die Stadel angezündet, die in 2 bis 3 Wochen durchbrennt. Die nicht genug gerösteten Erze werden einem nochmaligen Rösten unterworfen. Den Luftzug regulirt man durch in die Decke gestoßene Löcher, die man erst vorn in der Stadel anbringt und immer weiter nach hinten rückt, während man die vordern verschließt. — Theilweise röstet man den Stein auch mit Salpeter in verschlossenen Röstöfen und fängt die Dämpfe in Bleikammern, durch die Wasserdämpfe streichen, auf, um dadurch Schwefelsäure zu bilden.

Die Röstung des Kupfersteins hat den Zweck, eine Vorbereitung zu dem darauf folgenden Spuren zu bewirken, die das Haufwerk vermehrenden und die Entsilberung erschwerenden Schwefeleisen und Schwefelzink zu entfernen und Schwefelkupfer und Schwefelsilber auf eine niedrigere Schwefelungsstufe zu bringen. Durchs Rösten wird 1. der Schwefel in Berührung mit der Luft zu Schwefelsäure oxydirt und 2. oxydiren sich die entschwefelten Metalle und verbinden sich mit entstandener Schwefelsäure zu schwefelsauren Salzen; außerdem entweichen theilweis Zinkoxyd und schwefelichte Säure. Dennoch sind noch Oxyde vorhanden und im Innern der Kupfersteinstücke sind auch noch Schwefelmetalle vorhanden.

4. Das Spuren oder Concentriren hat den Zweck, die Kupfer- und Silbertheile zu concentriren und die übrigen Metallverbindungen möglichst zu entfernen. Die Arbeit wird im Flammofen ausgeführt, der in der Mitte der einen Längsseite eine Einsetzthür hat, der auf der andern Seite die über einem Wasserbassin befindliche Abstichöffnung gegenüber befindlich ist; vorn auf der Fuchsseite ist die Arbeitsthür angebracht. Der Herd des Flammofens erhält einen Damm und ein Bett von Quarz. Die einzelnen eingebrachten Sandlagen mit dem Quarzbett darüber müssen tüchtig ausgeglüht werden, wozu etwa 100 Tonnen Braunkohlen erforderlich sind. Nach der Herstellung des Herdes wird derselbe eingeschmolzen,

wozu 33 Stunden, so wie 10 Tonnen Braun- und 14 Tonnen Steinkohlen erforderlich sind; die Abkühlung muß sehr langsam erfolgen.

Der Ofen wird zur Hälfte durch die Einsetzthür, zur Hälfte durch die Arbeitsthür besetzt; man giebt Doppelchargen und zwar die zweite, wenn von der ersten einmal Schlacke gezogen ist. Nachdem die Charge mit sogenannten Löffeln eingesetzt ist, wird stark gefeuert und nach 2 bis 3 Stunden tüchtig umgerührt, bis sämmtliche Masse geschmolzen ist. Die Schlacke wird gewöhnlich zwei-, seltner dreimal abgezogen. Der geschmolzene Spurstein wird über eine hohle eiserne Halbkugel in Wasser abgelassen, wo er in kleine Körner, sogenannte Granalien, erhärtet, die in der Kupfersteinmühle zu Mehl vermahlen werden.

Auf der Kreuzhütte sind die Resultate folgende: eine Charge hält 39,6 Ctr. Rohstein und wird mit 0,615 Tonnen Quarz beschickt; zum Herd gehen auf pro Charge 0,0028 Tonnen Gestübbe und 0,14 Karren Quarz und an Brennmaterial 10,4 Tonnen Riestedter Braunkohlen und 9,8 Tonnen englische Steinkohlen, Zeitdauer pro Doppelcharge 17,8 Stunden. Aus einer Doppelcharge von 79,2 Centner Rohstein wurden ausgebracht 40,6 Ctr. Spurstein, mithin 51,3 Prozent. — Auf Kupferkammerhütte rechnet man auf eine Charge 36 Ctr. oder 12 Karren Rohstein, so wie $2\frac{1}{2}$ Ctr. Quarzsand und 1 Ctr. Rohschlacke als Zuschlag. — Statt die Chargen mit Kolben oder Löffeln durch die Thüren aufzugeben, wird die Post auch durch einen Trichter von einem über dem Ofen befindlichen Beschickungsboden herab eingesetzt.

Der chemische Prozeß ist der folgende: Die Röstmasse besteht aus Kupfer, Kupferoxyd, Kupferoxydul, Eisenoxyd, Schwefelkupfer, Halb-Schwefelkupfer, schwefelsaurem Kupferoxyd, schwefelsaurem Eisenoxydul und schwefelsaurem Zinkoxyd und man sieht, daß der Schwefel eine Hauptrolle spielt. Er schützt nämlich das Kupfer vor Verschlackung, da bei der Reduction des Kupferoxyds zuerst Kupferoxydul entstehen würde, welches eine große Neigung zur Verschlackung mit der in Sand zugesetzten Kieselsäure hat; doch die größere Verwandtschaft des Kupfers in der Hitze zum Schwefel als zum Sauerstoff schützt es. Von den Salzen zersetzt sich zuerst das schwefelsaure Eisenoxydul, welches in ziemlicher Menge vorhanden ist; dann zersetzt sich der größte Theil des schwefelsauren Kupferoxyds und im höchsten Hitzgrade findet ein Umtausch zwischen dem Schwefeleisen und Kupferoxyd statt, indem Schwefelkupfer und Eisenoxyd

entsteht, welches letztere sich mit dem zugesetzten Quarz verschlackt. Theilweise verflüchtigt sich noch immer etwas Zink.

5. Die Entsilberung wird durch die von dem ehemaligen Hüttenmeister Ziervogel auf der Gottesbelohnungshütte erfundene sogenannte Wasserlaugerei bewirkt, indem das Granalienmehl geröstet, dadurch schwefelsaures Silberoxyd gebildet, dieß in heißer Lauge aufgelöst und aus derselben das Silber mit Kupfer gefällt wird. — Der Prozeß zerfällt in folgende Abschnitte:

a. Die Röstung des Kupfersteinmehls und die Construction der Röstöfen. — Die zum Rösten des Granalienmehls angewendeten Oefen sind Doppelöfen, durch welche eine allmälige und zuletzt bis zur Rothgluth einwirkende Hitze erzeugt werden kann. Der Herd des obern Ofens liegt auf dem Gewölbe des untern; die Feuerung ist neben dem untern angebracht und 9 Fuß lang, 20 Zoll breit und 21 Zoll hoch überwölbt; die Feuerungsthür befindet sich vorn am Ofen, links neben der Arbeitsthür, und hat die Dimensionen des Feuerraums. Die Feuerbrücke liegt 1 Fuß über dem Rost und $^3/_4$ Fuß über dem Herde, ist 1 Fuß breit und $6\,^1/_2$ Fuß lang. Der Luftzug wird durch eine Klappe regulirt, welche eine 10 Zoll lange und 6 Zoll breite Oeffnung bedeckt. Der untere Herd hat eine, meist ovale Form; seine größte Breite ist 8 Fuß $1\,^3/_4$ Zoll, seine größte Länge $9\,^3/_4$ Fuß, seine größte Höhe $1\,^1/_2$ Fuß. Außer dem Gewölbe besteht der Herd gänzlich aus Ziegelsteinen; die Sohle besteht aus nebeneinander auf die hohe Kante gestellten, 5 Zoll hohen und 10 Zoll langen Ziegelsteinen, welche längs des Ofens gelegt sind. Das Bogengewölbe besteht aus Chamottesteinen von 10 Zoll Stärke, die auf dem Kopfe stehen und darüber ruht ein zweites Gewölbe von Ziegelsteinen. Die Sohle für den obern Herd besteht aus platt aufgelegten Ziegelsteinen. — Der Fuchs befindet sich der Feuerbrücke gegenüber und geht bis zur Sohle des Oberherdes, und der Fuchs dieses letztern steht durch Fluggestübbekammern mit der Esse in Verbindung. Vor der Arbeitsöffnung liegt eine eiserne Walze von 4 Zoll Durchmesser zum Unterstützen des Gezähes beim Arbeiten. Der obere Herd hat im Allgemeinen die Construction des untern, nur ist bei ihm kein Feuerungsraum und keine Feuerbrücke nöthig; seine Arbeitsöffnung liegt auf der entgegengesetzten Seite, d. h. der des untern gegenüber, so daß sich die Arbeiter nicht hindern. Dicht an der Arbeitsthür des oberen Herdes befindet sich in der Herdsohle eine Oeffnung, die durch einen dicken, in die Herdsohle eingelassenen Deckel von Eisen, der mit einer Handhabe zum

Durchstecken der Furkel versehen ist, verschlossen wird. Durch dieselbe wird die jedesmalige im oberen Herde vorgeröstete Post, nachdem die im untern Herde gut geröstete heraus geholt ist, in den untern Herd gelassen.

Der Betrieb des Ofens. Das Rösten ist die schwierigste und deshalb wichtigste Arbeit des ganzen Entsilberungsprozesses. Es zerfällt in zwei Operationen: 1. In die Orydation der Schwefelmetalle, d. h. Ueberführung derselben in schwefelsaure Oryde, und 2. in die allmälige Zerlegung der gebildeten Vitriole durch gesteigerte Hitze, und zwar in der Folge, daß sich zuerst das schwefelsaure Eisenorydul, dann das schwefelsaure Zinkoryd, zuletzt das schwefelsaure Kupferoryd zersetzen, während sich das schwefelsaure Silberoryd nicht zersetzen darf.

Die Röstpost, bestehend aus 497 Pfd. Spursteinmehl, aus 50 Pfd. reichen Rückständen aus den Entsilberungsbottichen, aus 37 Pfd. ausgelaugter Röstgröbe (beim Rösten gefrittete und nachher ausgelaugte Kupfersteinknoten), aus 4 Pfd. dreimal gerösteter und dreimal ausgelaugter Silberkrätze und aus 4 Pfd. ausgelaugter Ofensohle, wird so auf der Sohle vertheilt, daß die Krätze gehörig eingemengt ist. Die eingesetzte Post wird 4 bis 5 Stunden lang gleichmäßig umgekrahlt, wozu man sich eines 12½ Fuß langen, mit einem 3 Fuß langen Holzstiel versehenen eisernen Gezähes bedient; dasselbe hat einen rechenartigen Kopf, wiegt 90 Pfd. und ruht beim Arbeiten auf der Walze vor der Thür, wodurch dieß wesentlich erleichtert wird. Das Umrühren hat den Zweck, das Zusammensintern des Kupfermehls zu verhindern und alle Theile der Post mit der durch die Arbeitsthür einströmenden Luft in Berührung zu bringen. Nachdem der Prozeß 4 bis 5 Stunden gedauert hat, werden 20 Pfd. Braunkohlenklein gleichförmig auf die Röstmasse vertheilt und durch Umkrahlen damit vermengt; die Braunkohlen fangen an zu brennen, so daß Flammen über die ganze Masse hin und herspielen.

Man bringt nun, nach dem Verlöschen der Flämmchen, die Röstpost durch die Verbindungsöffnung auf den untern Herd und während dieser Zeit, so wie während Einbringens einer neuen Röstpost werden zwei in den Füchsen angebrachte Schieber verschlossen. Auf dem untern Herde wird die Masse zuerst 1½ bis 2 Stunden lang tüchtig umgekrahlt, ohne daß man von Neuem feuert. Dieses sogenannte Kaltmachen der Post dient zur vollständigen Orydation des Kupfersteinmehls. Nach der ersten Stunde wird die Post zum ersten Male gewendet, und nach wiederum einer Stunde fortwährenden

Umkehrens ist die Post dunkelroth glühend. Eine Probe in Wasser gelöst, die man kurz nach dem Herunterbringen genommen und etwas hat abkühlen lassen, giebt eine grünliche Farbennuance, die auf Vorhandensein von Eisenvitriol hinweist und nach dem Zusatz von Kochsalz fast gar keine Trübung von Chlorsilber; jetzt hingegen zeigt die Probe fast gar kein Eisen mehr und viel Silber und Kupfer an. Nun beginnt das Gaarrösten, die theilweise Zerlegung der gebildeten Vitriole.

Der Ofen wird erst langsam und dann immer stärker gefeuert, wobei die Post fortwährend umgekrahlt wird; an der Feuerbrücke ist dieselbe zuerst fertig geröstet. Die Probe giebt eine rein bläuliche Lauge und mit Kochsalz einen ziemlich starken käsigen Niederschlag. Die gut geröstete Post kommt auf ein eisernes Sieb, das über einem zweirädrigen Karren mit zwei Schenkeln, dem sogenannten Hund, steht. Das Durchgesiebte wird mit der Nummer des Ofens zum Waschen und Auslaugen gebracht. — Die beim Rösten sich bildenden Knoten werden von Zeit zu Zeit mit großen, viereckigen Eisenstangen, mit denen man das ganze Röstgut durchklopft, zerschlagen.

Das oben genannte Wenden der Post erfolgt auf die Weise, daß man die auf der einen Hälfte des Herdes befindliche Röstmasse in der Mitte des Herdes seiner Länge nach zu einem Damm aufwirft, das Röstmehl der andern Hälfte über diesen Damm bringt und auf der ersten Herdseite, die zum Damm angehäufte Masse aber auf der zweiten Herdseite ausbreitet. — Die Feuerung geschieht mit Well- und Hartholz, und es beträgt der Aufgang pro Post $4\frac{1}{2}$ bis $5\frac{1}{4}$ Ctr. Hartholz. Es fallen dabei 50 bis 60 Pfd. Röstgrobe oder Knoten. Die Kupfersteine von den verschiedenen Hütten werden zusammen gattirt, die silberarmen von der Sangerhäuser Hütte aber für sich allein geröstet und auch entsilbert. Die Röstarbeit ist sehr anstrengend und wegen der Entwickelung der schwefeligsauren Dämpfe sehr lästig; der untere Herd ist mit drei und der obere mit zwei Mann belegt, von denen jeder abwechselnd eine Stunde krahlt.

Der chemische Prozeß beim Rösten ist folgender: — Das Kupfersteinmehl besteht im Wesentlichen aus Schwefelkupfer, Schwefeleisen, Schwefelblei, Schwefelzink, Schwefelsilber mit Schwefelmangan, Arsennickel, Arsenkobalt, Schwefelantimon und Schwefelarsen. Das Schwefeleisen oxydirt sich am ersten im blinden (obern) Ofen, wobei schwefeligte Säure entweicht, während schwefelsaures Eisenoxydul übrig bleibt; eben so oxydirt sich Schwefelkupfer zu schwefelsaurem Kupferoxyd, wobei gleichfalls etwas schwefeligte Säure ent-

weicht. Schwefelsilber bleibt bis dahin noch unverändert. Für sich allein würde auch Schwefelsilber beim sorgfältigsten Rösten nicht in schwefelsaures Silberoxyd übergeführt werden können. Es geschieht dieß jedoch in Gegenwart von andern Schwefelmetallen, oder es wird vielmehr erst bei Zerlegung der schwefelsauren Salze dieser letztern dem Schwefelsilber möglich, durch Aufnahme des bei dieser Zerlegung freiwerdenden Sauerstoffes sich in schwefelsaures Silberoxyd zu verwandeln.

Die aus den nun zugesetzten 20 Pfd. Braunkohlen entwickelte Hitze zersetzt das schwefelsaure Eisenoxydul, während das schwefelsaure Kupferoxyd und das Schwefelsilber noch unverändert bleiben. Eisen ist von diesen drei Metallen am leichtesten oxydirbar, verbindbar und trennbar, worauf das Kupfer und dann das Silber folgt. Das Eisenoxydul des schwefelsauren Eisenoxyduls oxydirt sich zu Oxyd; das noch vorhandene Schwefelkupfer wird vollständig zu schwefelsaurem Kupferoxyd verwandelt, und später, nachdem ein kleiner Theil von dem letztern sich wieder zersetzt hat, wird auch das Schwefelsilber unter Entwickelung von schwefeligter Säure in schwefelsaures Silberoxyd übergeführt. Ist der Prozeß soweit vorgeschritten, so fängt man an im untern Herd zu flammen; das übrige schwefelsaure Kupferoxyd zersetzt sich in entweichende Schwefelsäure und Kupferoxyd, doch darf diese Zersetzung nicht vollständig erreicht werden, da sonst auch schwefelsaures Kupferoxyd sich zu zersetzen beginnen würde. Die Röstung ist nun vollendet und die Masse enthält Silber, hauptsächlich als schwefelsaures Silberoxyd, Kupfer und Eisen beide als Oxyde. Es ist gut, wenn alles Eisenoxydul in Oxyd verwandelt ist, da jenes dem schwefelsauren Silberoxyd sowohl Sauerstoff als Schwefelsäure nimmt und metallisches Silber zurückläßt.

b. Das Auslaugen und die Gewinnung der Silberschlämme. Die Laugvorrichtungen bestehen aus einem Laugreservoir, einem Reservoir zur Erwärmung der Lauge und einem Kessel zur Erwärmung des Wassers aus den Laugbottichen, den Abklärgefäßen, den Fällfässern, dem Pumpenbassin und der Laugehebungsvorrichtung. Diese Vorrichtungen sind terrassenförmig über einander gestellt, damit die Lauge auf möglichst kurzem Wege von einer zur andern geführt wird. Verspritzte Lauge wird in einem besondern Fällungsbottiche gesammelt.

Das Laugreservoir besteht aus Holz, Kupferblech oder Blei und ist durch eine oder zwei Scheiden getrennt, welche mit einer mittelst eines Pfropfen verschließbaren Oeffnung versehen sind, damit

das Laugen nicht unterbrochen, wenn ein Theil des Bassins gereinigt oder reparirt wird. Es enthält 500 Cubikfuß.

Das Bassin zur Erwärmung der Lauge hält 200 bis 300 Cubikfuß. Die Erwärmung geschieht mittelst eines auf dem Boden liegenden Schlangenrohres, das durch Dampf aus dem Wasserkessel gefüllt ist. Um die heiße Lauge in die Laugbottiche zu führen, geht von dem Boden des Bassins aus ein Bleirohr, das mit einem Hahn versehen ist und sich über jedem Laugbottich in eine kleine senkrechte Röhre theilt, aus der durch einen Hahn in dem Laugbottiche aus der Hauptröhre die nöthige Lauge geleitet wird.

Der Kessel zur Erwärmung des Wassers ist eingemauert und es führen zwei Röhren davon ab. Die eine, nahe am Boden, geht nach den Laugbottichen, die andere zur Erwärmung in das Laugbassin.

Die Laugbottiche haben die Form sehr abgestumpfter Kegel von 2 Fuß 4 Zoll Höhe, einen oberen Durchmesser von 2 Fuß 5 Zoll, incl. 1 $^1/_2$ Zoll Wandstärke, und einen untern von 2 Fuß 3 Zoll. Der Boden ist eingedreht und noch mit einem darunter liegenden blinden Boden versehen. In 1 Fuß 8 Zoll Tiefe fängt der obere poröse Boden an, welcher zum filtern dient. Er besteht aus zwei Schichten; die untere ist eine durchlöcherte, hölzerne Scheibe von 2 Fuß Durchmesser, welche genau in den Bottich paßt. Die Löcher haben $^1/_2$ Zoll Durchmesser und stehen 1 Zoll von einander ab, die Bretter des Bodens sind mit ebenfalls durchlöcherten Stegen zusammen gehalten. Der Boden wird mit Werg dicht eingelidert, darauf folgt eine Korbdecke und darüber ist eine Leinwandscheibe gebreitet von 2 Fuß 6 Zoll Durchmesser. Zwischen diesem oberen und dem untern wasserdichten Boden ist ein Zwischenraum von 2 Zoll. Unten ist ein Hahn. Zehn solcher Bottiche sind stets in Gebrauch. Sie stehen in einer Front auf der obersten Etage einer Terrasse. Ihre Hähne münden nach vorn in einen Holztrichter, welcher die Lauge in den Klärkasten leitet.

Die Abklärvorrichtung besteht aus einem der Länge nach in zwei Abtheilungen geschiedenen viereckigen Kasten, der durch ein eisernes Gestell zusammengehalten wird, das man durch Keile bisweilen fester antreibt. Ein in der Länge des Scheiders angebrachter Schlitz läßt die abgeklärte Lauge aus dem hintern in den vordern Raum treten, aus dem die abgeklärte Lauge durch Hähne in die Silberfällvorrichtung der dritten und zweiten Etage fällt.

Die Fällgefäße sind wie die Laugbottiche, aber kleiner.

Größter Durchmesser 2 Fuß; Höhe 2 Fuß; Raum zwischen beiden Böden $1\frac{1}{2}$ Zoll. Die Hähne der Gefäße der dritten Etage leiten die Flüssigkeit direkt in die der vierten, von wo die fast entsilberte Lauge in das Pumpenbassin geht, aus dem sie wieder durch eine Maschine gehoben wird, um von Neuem durch die Laugbottiche zu gehen. In den Gefäßen der dritten Etage schlägt sich das Silber als schwammiges Cementsilber auf Kupferbarren nieder. In der vierten Etage ist fast kein Silber mehr und es bilden sich auf den Kupferstücken und an den Wänden sehr schöne Gypskrystalle.

Das Pumpenbassin besteht aus einem hölzernen Kasten, der in einer Ziegelsteincisterne steht. Zwischen Kasten und Cisterne ist ein Raum, der mit einer bei Wärme umgerührten Masse von Thon, Ziegelmehl und gebrannten Kalk oder Gyps gut ausgegossen ist und ein Durchgehen der Lauge verhindern soll.

Die Lauge wird durch eine Druckpumpe (Liderung Leder und Gutta Percha) in das Laugreservoir gehoben. Ist sie zu kupferreich geworden, so läßt man sie über Eisenstücke gehen, und nach der Cementation des Kupfers fortfließen.

Das Kupfersteinmehl hält 72 bis 75 Pfund Kupfer und 14 bis 16 Loth Silber im Centner.

Das Cementsilber hat eine Feine von ca. 270 Grain.

Nach je 24 Stunden wird das Kupfer der Gefäße der dritten Etage und nach 6 Tagen das der vierten Etage vom Cementsilber gereinigt.

Die Manipulationen beim Auslaugen sind folgende: Man bringt meist 497 Pfund gut geröstetes Kupfersteinmehl, womöglich noch heiß, in den leeren Laugbottich behutsam auf das Leinwandfilter, legt darauf einen durchlöcherten Deckel zur gleichförmigen Vertheilung der darauf zu schlagenden Flüssigkeiten. Der Hahn des Laugbottichs wird nun geöffnet und durch Oeffnen des Hahns am heißen Wassergerinne 3 Cubikfuß 70—80° heißes Wasser daraufgeschlagen. Wenn sich die Dämpfe, die in Folge dessen dem Hahne am Bottiche entströmen, vermindern, schließt man ihn $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stunde, damit die erste Erweichung und Durchdringung vollständig ist. Dann stellt man das heiße Wasser ab und die heiße Kupfervitriollauge auf, die auch 70—80° heiß und schon ausgefällt ist. Diese Lauge enthält nicht genug freie Schwefelsäure, um die Posten gut auszulaugen und man setzt pro auszulaugende Post (497 Pfd.) $\frac{1}{2}$ Pfd. Schwefelsäure hinzu. Diese Schwefelsäure wird deshalb zugesetzt, weil etwa gebildetes basisch schwefelsaures Silberoxyd sich

in reinem Wasser schwer löst, wohl aber in einer freie Säure enthaltenden Kupfervitriollauge, da erstere das basisch schwefelsaure Silberoxyd in neutrales verwandelt. Wenn also, wie gewöhnlich, pro zwölfstündige Schicht 18 Posten ausgelaugt werden, so setzt man pro Schicht 9 Pfd. Schwefelsäure zu. Dieselbe wird jedoch vor dem Zusetzen mit 2 Quart Wasser verdünnt. Hierzu ist auf dem Deckel des Laugkastens ein Gefäß, aus dem die verdünnte Schwefelsäure tropfenweise durch einen Hahn in den Laugkasten fällt, so daß zu Ende der Schicht das Gefäß gerade leer gelaufen ist. Diese Lauge wird so lange hindurch geleitet, als die durchgelaufene noch Silbergehalt zeigt. Ist sie fast nicht mehr silberhaltig, so wird der obere Hahn zugestellt und man läßt die Lauge möglichst ablaufen, wozu man mit einem spitzen Holz öfter in das Mehl stößt. Die oberste (ca. 1 Zoll starke) Schicht des abgelaugten Mehls wird abgekratzt und beim Rösten wieder zugesetzt, da sie am wenigsten entsilbert ist. Mit einer kupfernen Schippe wird der Laugbottich entleert und die Rückstände mittelst eines Karrens auf den Trockenboden gefahren. Bei genügendem Rösten dürfen dieselben pro Centner Kupfer höchstens 1 Loth Silber enthalten, sonst werden sie nochmals geröstet. Die verschiedenen Posten behalten daher ihre Nummern, bis sie zu Batzen verarbeitet und zu Schwarzkupfer verschmolzen werden.

Die Lauge geht, nachdem sie den Laugbottich passirt und schwefelsaures Silberoxyd gelöst hat, in die Abklärvorrichtung. Hier setzen sich die mitgerissenen Kupfersteintheilchen ab, und dann erst tritt die Lauge über den Schlitz in den vorderen Raum, von wo sie in die Niederschlagsbottiche über Kupferbarren geht. Unterwegs vermischt sich die Lauge aller Bottiche, so daß in allen Fällbottichen fast gleiche Mengen Silber sich cementiren.

Das Röstmehl ist in der Hauptsache schwefelsaures Kupfer und Silberoxyd und Eisenoxyd. Das schwefelsaure Silberoxyd löst sich, Kupfer- und Eisenoxyd bleibt zurück. Etwas gebildetes schwefelsaures Kupferoxyd löst sich gleichfalls. In den Fällbottichen tritt ein entsprechendes Quantum Kupfer und Silber in die Lösung.

c. Auswaschen, Trocknen und Raffiniren des Silbers. Die in den Fällbottichen enthaltenen Silberschlämme werden abgekratzt, mechanisch gereinigt, getrocknet und raffinirt. Die Vorrichtungen dazu sind: Sammel-, Stampf- oder Reibe- und Waschbottiche, Trockenöfen und Trockenpfannen und ein Gasflammofen mit Generator.

Der Sammelbottich ist wie ein Laugbottich construirt, und sein Hahn führt in ein Gefäß mit Kupfergranalien.

Der Reibebottich ist ein hölzerner Mörser mit hölzerner Keule.

Die Waschbottiche sind von derselben Größe und Einrichtung, wie die Fällgefäße, nur haben sie keinen Hahn zwischen beiden Böden, sondern es geht vom Bodenzwischenraum aus eine Holzlutte im Gefäß in die Höhe, an der oben ein Hahn, so daß das Gefäß stets ganz gefüllt ist. Zum Wasser wird etwas Schwefelsäure zugesetzt.

Die Trockenpfannen bestehen aus starkem Kupferblech, sind 20 Zoll lang, 15 Zoll breit, 6 Zoll hoch, haben an jedem Giebel einen Henkel und stehen in einem Kochofen von Eisenblech.

Das durch Gyps und Kupfer verunreinigte schlammige Cementsilber mit 190—200 Gr. Feingehalt wird in irdenen Schüsseln und hölzernen Tubben verwaschen und ausgesüßt, so daß es eine Feine von 268—270 Gr. erhält. Es wird geballt und getrocknet, wobei noch 2 Proz. Wasser zurückbleiben. Nun wird es in einem Gasflammofen feingebrannt. Der Herd, auf dem bei einmaligem Nachsetzen 1500—2500 Mark fein gebrannt werden, besteht aus Seifensiederasche. Das in Barren gegossene Silber hat 281—282 Gr. Feine.

6. Das Verschmelzen der Rückstände. — Die Rückstände werden in kegelförmigen Haufen, deren jeder eine Laugpost faßt, aufgestürzt. Darauf knetet man sie mit circa 8 Proz. Thon an, der 50 bis 60 Proz. Kieselerde und 40 bis 50 Proz. Thonerde enthält, bildet Klöße und Batzen davon, die man vier Tage lang auf hölzernen Horden in Räumen, die durch die Ueberhitze der Röstöfen erwärmt werden, darauf 24 Stunden auf beweglichen eisernen, 10 Fuß langen und 4 $\frac{1}{2}$ Fuß breiten Darren in Trockenöfen, von denen jeder 25 Ctr. aufnimmt, trocknet. Eine Beschickung von 53,3 Ctr. Rückständen, 5,33 Ctr. Thon, 4 bis 5 Ctr. Quarzsand, 4 bis 5 Ctr. Schlacken und $\frac{1}{2}$ bis 1 Ctr. geröstetem Dünnstein, wird in 18 Fuß hohen, unten 14, in der Mitte 26 und oben in der Gicht 24 Zoll weiten Brillenöfen, ohne Rast und mit einer Form, bei Zuführung von 130 bis 160 Cubikfuß kalter Luft in der Minute, mit Kokes verschmolzen. Von obiger Beschickung erfolgen in 24 Stunden etwa 43 $\frac{1}{2}$ Ctr. Schwarzkupfer mit 92 bis 95 Proz. Kupfer und 17 bis 18 Grain Silber, 210 Pfd. Dünnstein mit 50 bis 60 Proz. Kupfer und 6 bis 8 Grain Silber, endlich 42 Ctr. Schlacke

mit $^1/_2$ Proz. Kupfer. Das beim Kupferkrätzschmelzen erfolgte Schwarzkupfer ist reiner als das der Rückstände.

7. Das Kupfergaarmachen und Raffiniren auf der Saigerhütte bei Hettstedt. — Das Gaarmachen, sowohl das Roh-, als das Hammergaaren erfolgt im kleinen Herd, das Raffiniren dagegen im Gebläse- oder im Zugflammofen. Obgleich diese bekannten Prozesse auf der Saigerhütte ihre Eigenthümlichkeiten haben, so müssen wir sie doch hier unberücksichtigt lassen, da es uns nur darum zu thun war, den jetzigen Zustand der Mansfelder Hüttenprozesse übersichtlich kennen zu lernen.

Ueber das Kupferwerk zu Riotinto im südlichen Spanien, woselbst jährlich an 15000 Ctr. Kupfer durch Cementation gewonnen werden, macht der norwegische Berg- und Hütteningenieur Carl Weltz in der Freiberger Zeitung, 1861, Nr. 30 und 32, sehr interessante Mittheilungen, auf die wir aber nur verweisen.

Ein Verfahren bei der Kupfergewinnung aus Kiesen 2c. theilt F. W. Dähne in Swansea in Wales im Rep. of Pat. Inv. und daraus im Polyt. C.-Bl., 1861, Nr. 15, mit; es ist kurz folgendes: — Um aus abgerösteten Kiesen 2c. das Kupfer auszuziehen, soll man sie nach Dähne mit Eisenvitriol vermischen und die Mischung kurze Zeit bei schwacher Rothglühhitze calciniren, bis der Eisenvitriol in Eisenoxyd übergegangen ist, wobei die Schwefelsäure desselben das Kupfer in schwefelsaures Kupferoxyd verwandelt. Dieses wird nachher ausgelaugt und das Kupfer in bekannter Weise aus der Flüssigkeit niedergeschlagen. Wenn die kupferhaltige Substanz erhebliche Mengen von Thonschiefer oder Thon enthält, so wendet man nicht Eisenvitriol an, sondern man befeuchtet sie mit concentrirter Schwefelsäure, läßt die Mischung 24 Stunden lang stehen und calcinirt sie dann gelinde, wobei ebenfalls das Kupfer in schwefelsaures Salz übergeht, welches nachher ausgelaugt wird.

Ein Verfahren bei der Kupfergewinnung aus armen Erzen hat Thomas Cobley in Meerholz in Churhessen in derselben engl. Zeitschr. und daraus in derselben deutschen Nr. 19 mitgetheilt; es besteht in dem Folgenden: — Die Erze werden zunächst zertheilt und dann nach Maßgabe ihres Gehalts an Kupfer mit dem doppelten Gewicht desselben an Chlormagnesium oder statt desselben einer entsprechenden Quantität der Mutterlauge von der Gewinnung des Salzes aus Salzsoole oder Meerwasser vermischt. Man fügt soviel Wasser hinzu, daß die Masse teigartig wird, bewirkt

durch Umrühren eine innige Vermischung und trocknet die Masse dann in gelinder Wärme aus. Der Rückstand wird durch Sieben wieder zertheilt und dann in einem Ofen bei Rothglühhitze geröstet, so lange noch weiße Dämpfe fortgehen. Bei dieser Behandlung wird durch Zersetzung des Chlormagnesiums das Kupfer in Chlorkupfer verwandelt, welches nachher mit heißem Wasser ausgelaugt wird. Aus der Lauge schlägt man das Kupfer durch Magnesia, die durch Abdampfen und Erhitzen von Chlormagnesium gewonnen ist, oder durch natürliche kohlensaure Talkerde (Magnesit) nieder. Dabei entsteht in der Lösung Chlormagnesium, welches wieder für die vorerwähnte Behandlung benutzt wird. Sollte zugleich Kobalt da sein, so schlägt man dasselbe durch Schwefelbaryum nieder.

Ein Verfahren, Kupfer auf nassem Wege auszuziehen, giebt Peter Spence in demselben engl. Journ. und daraus in demselben deutschen, Nr. 20, an: — Das Erz wird zunächst behufs der Austreibung des Schwefels aus der Oxydation geröstet und dann möglichst fein zertheilt. Man bringt darauf je 5 Tonnen desselben mit einer Mischung von 5 Centnern Salzsäure und dem doppelten Volum Wasser, worin 1 Centner salpetersaures Natron gelöst ist, in Berührung und läßt die Mischung in einem hölzernen Behälter 24 Stunden lang stehen. Nachher wird die Flüssigkeit abgezapft und das Kupfer durch Eisen daraus niedergeschlagen. Der Rückstand wird, nachdem er zuvor wieder calcinirt ist, noch einmal derselben Behandlung unterworfen. Vermöge des Gehalts der Flüssigkeit an Salpetersäure wird das Kupfer leichter und rascher als durch bloße Salzsäure ausgezogen, wogegen das Eisen nur in geringer Menge in Lösung geht.

Ueber die Bearbeitung der bleiischen Silberhütten-Kupferleche enthält die Oesterreichische Zeitschr., 1861, Nr. 9, einen nach amtlichen Daten zusammengestellten Bericht, auf den wir verweisen.

Ueber das Affiniren des Kupfers und anderer Metallen, mittelst Natrium, bemerkt Tissier in den Comptes rendus und daraus in der Allgem. berg- und hüttenm. Zeitung, 1861, Nr. 25, Folgendes: — Der Verfasser wird später das sehr einfache Verfahren veröffentlichen, mittelst dessen er mit Erfolg das Natrium auf das zu reinigende Metall einwirken lassen kann, und bemerkt nur, daß seine Wirkung darin besteht, daß es mit dem Schwefel, dem Phosphor und dem Arsenik Schwefel-, Phosphor- und Arsennatrium bildet, welche sich in Form von Schlacken an die

Oberfläche des Metalls begeben; daß der Kohlenstoff und das Silicium ebenfalls und zwar durch das Natron entzogen werden, welches sich unter den Umständen bildet, wo ich operire, indem sich der Kohlenstoff als Kohlenoxydgas, das Silicium in Form von Natronsilicat abscheidet; daß das Antimon, das Wismuth und die analogen Metalle, welche zum Natrium viel mehr Verwandtschaft als das Kupfer haben, mit ihm sehr oxydirbare Legirungen bilden, wodurch eine Kupellation hervorgebracht wird, ähnlich derjenigen, welche man mit dem Blei bewerkstelligt; daß endlich das Kupferoxydul, welches sehr oft beiträgt, dieses Metall spröde zu machen, augenblicklich durch das Natrium zerstört wird.

Fünfter Abschnitt.

Blei.

Ueber den Blei- und Silberhüttenprozeß in England enthält der Berggeist, 1861, Nr. 39, 40 und 41, eine interessante Arbeit, auf die wir verweisen.

Ueber die spanischen Bleihüttenprozesse hat der Bergingenieur Petitgand in Paris in der Revue universelle des Mines etc., Bd. 9, S. 338, auch Allgem. berg- u. hütt. Ztg., 1862, Nr. 1 2c., eine sehr vollständige Arbeit mitgetheilt, auf die wir verweisen.

Ueber die Bleihütte im Münsterthale im Großherzogthum Baden, theilt der Hüttenbeamte Knocke zur Ockerhütte am Harz, in der Freiberger Zeitung, 1861, Nr. 18, Bemerkungen mit, auf welche wir verweisen.

Ueber das Verschmelzen alter Bleischlacken in der Provinz Iglesia auf der Insel Sardinien, handelt der dortige Ingenieur Fabre im Bulletin de la Soc. de l'Ind. min., Bd. VI, S. 285, und daraus im Auszuge in der Freiberger Zeitung, 1861, Nr. 47; wir verweisen darauf.

Ein Verfahren zur Reinigung des Bleies hat W. Baker in Sheffield im Pract. Mechan. Journ. und daraus im Polytechn. Centralblatt, 1861, Nr. 12, mitgetheilt: — Das im Handel vorkommende Blei enthält oft Schwefel, Antimon, Arsenik, Eisen und andere Metalle, welche seine Weichheit und Dehnbarkeit beeinträchtigen. Baker ließ sich am 21. Juni 1860 in England ein Verfahren patentiren, diese Verunreinigungen aus dem Blei zu entfernen und dasselbe dadurch weich zu machen. Dieses Verfahren besteht im Wesentlichen darin, daß man das Blei bei einer Hitze, die seinen Schmelzpunkt übersteigt, mit oxydirend wirkenden Stoffen

behandelt. Die wirksamsten Stoffe zu diesem Zweck sind salpetersaures und zweifach-schwefelsaures Kali und Natron, aber auch andere Salze, die in der Hitze oxydirend wirken, können angewendet werden. Die zur Reinigung bestimmten Salze werden dem geschmolzenen ungehörig erhitzten Blei hinzugefügt, worauf man die Einwirkung auf dasselbe durch Umrühren möglichst befördert. Die Verunreinigungen sammeln sich an der Oberfläche und werden abgenommen; wie viel hängt von dem Grade der Unreinheit des Bleies ab. Bei dem in England unter dem Namen slag lead vorkommenden unreinen Blei, für welches das Verfahren speciell bestimmt ist, soll man auf 100 Th. Blei 1 Th. Kali- oder Natronsalpeter oder auf 900 Th. Blei 2 Th. zweifach-schwefelsaures Kali oder Natron rechnen.

Sechster Abschnitt.

Quecksilber.

Ueber das Quecksilberwerk zu Almaden in Spanien enthält die Freiberger Zeitung, 1861, Nr. 45, interessante Bemerkungen, auf die wir ebenfalls verweisen.

Siebenter Abschnitt.

Silber.

Bowring's Verfahren der Zugutemachung mexicanischer Silbererze. — Ueber dieses Verfahren der Zugutemachung vermittelst **Electricität** und **Amalgamation** existirt von **Bowring** selbst eine Schrift in spanischer Sprache, welche bereits im Jahre 1858 in Mexico veröffentlicht wurde. Dieselbe hat dem Geh. Bergrath Dr. **Burkart** zu Bonn Anlaß zu einer Abhandlung gegeben, die in der neuen Folge des Bergwerksfreundes erschien. Bereits früher hat Geh. Rath **Burkart** Bowring's Verfahren in einer Sitzung der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn ziemlich eingehend dargestellt. Im Februar dieses Jahres besprach Herr **Mrazeck** in der Berg- und Hütten-Section des österr. Ingenieur-Vereins besagte Abhandlung und entnehmen wir dieser Besprechung das Nachstehende.

An wesentlich Neuem bietet Bowring: 1. eine Verbesserung des bestehenden mexicanischen Amalgamationsverfahrens in offenen Höfen — mit Beibehaltung seines wesentlichen Charakters. 2. Ein ganz abgeändertes, etwa der Kesselamalgamation angenähertes Verfahren, für welche Amalgamation jedoch die Erze erst vorbereitet werden müssen durch Chlorirung des Silbers auf nassem Wege. Diese vorbereitende Arbeit ist es allein, wobei die Anwendung strömender Electricität zu Hülfe genommen wird.

Die Besprechung seiner Vorschläge wird sich am besten an eine kurze Skizze des bestehenden mexicanischen Amalgamationsverfahrens in offenen Höfen, des sogenannten beneficio de patio anknüpfen lassen. Man unterwirft diesem Prozeß solche ärmere, 4—6löthige Erze, welche das Silber vorwiegend in Form von Schwefelverbindungen

enthalten, indem Erze, welche gediegenes Silber und Chlorsilber enthalten, viel vortheilhafter durch die Kesselamalgamation, das sogen. beneficio de cazo, zu Gute gebracht werden können. Die Erze werden trocken gepocht, dann naß gemahlen. Der feine Erzschlamm gelangt in den Amalgamirhof (patio). Dieser ist ein ebener Platz unter freiem Himmel, der blos mit großen Steinplatten gepflastert und mit einer einfachen Ringmauer umgeben ist. Darauf wird der Erzschlamm in kreisrunden flachen Haufen ausgebreitet. Diese Haufen enthalten, wenn ihre Bearbeitung blos durch Menschenkräfte geschieht, nur 15—30 Ctr. und heißen montones; werden thierische Kräfte zu Hülfe genommen, so vereinigt man mehrere montones zu einem Ganzen, so daß der Haufen, der dann torta heißt, 800—1200 Ctr. umfaßt. Der große Amalgamirhof in Zacatecas ist rechtwinklig, 312′ lang, 540′ breit und fast 24 Tortas von 50′ Durchmesser, jede zu 1200 Ctr. Die Behandlung der Torta besteht in Folgendem: Gleich bei der Anlegung derselben wird Kochsalz, und zwar das ganze vorbemessene Quantum zugesetzt. Dieses beträgt 1—5 %, je nach dem Silbergehalt der Erze. Man rührt dabei die Masse mit Schaufeln um und läßt sie von Maulthieren einige Stunden lang durchtreten. Man läßt darauf die Masse 24 Stunden lang ruhen, damit das feste Kochsalz Zeit habe, sich in dem vorhandenen Wasser des Haufens aufzulösen, und die entstandene Kochsalzlösung, den ganzen Haufen gleichförmig zu erfüllen. Darnach wird auf eben dieselbe Art das sogen. Magistral zugesetzt. Dieses ist vorsichtig abgeröstèter Kupferkies, der neben viel schwefelsaurem Kupferoxyd (8 bis 20 %), auch schwefelsaures Eisenoxyd, und zwar beide Metallsalze in wasserfreiem Zustande enthält. Der eigentlich wirksame Bestandtheil dieses Zuschlags ist das schwefelsaure Kupferoxyd, welches sich mit der Kochsalzlösung zu einer Auflösung von Kupferchlorid in Chlornatrium unter gleichzeitiger Bildung von schwefelsaurem Natron umsetzt. Die Menge des zuzusetzenden Magistral richtet sich nach dem Silbergehalt und der sonstigen Beschaffenheit der Erze und natürlich auch nach seiner eigenen Güte. Sie schwankt im Allgemeinen zwischen ½ bis 4 %. Sobald das Magistral den Haufen gehörig einverleibt worden ist, erfolgt sogleich der Quecksilberzuschlag, jedoch nur mit einem aliquoten Theil der ganzen für den Prozeß bemessenen Quecksilbermenge, welche ungefähr das 5 bis 6fache von dem Gewicht des erfahrungsmäßig auszubringenden Silbers ausmacht. Die gleichmäßige Vertheilung des Quecksilbers über die ganzen Haufen bewirkt man dadurch, daß man das Quecksilber durch Leinwandsäcke tröpfeln läßt, die Haufen aber-

mals umschaufelt und Maulthiere darauf herumtreibt. Man läßt darauf die Torta 2—3 Tage lang ruhig liegen; den 3. oder 4. Tag wird wieder eine Durcharbeitung nebst einem neuen Zusatz von Quecksilber vorgenommen. Dieses Verfahren wird noch einige Male wiederholt, wobei nach und nach das ganze Silberquantum incorporirt wird. Zeigen kleine Proben, die man von verschiedenen Punkten der Torta genommen und auf Handschüsseln verwaschen hat, daß sich das flüssige Quecksilber in trockenes Amalgam verwandelt hat, was gewöhnlich nach etwa 2 Wochen, manchmal auch erst nach 4 Wochen erfolgt, so giebt man zur Verflüssigung und besseren Ansammlung des Amalgams noch Quecksilber zu, und zwar 2 Theile auf 1 Theil Silber. Nach der Incorporation dieses letzten Zusatzes wird Alles in Waschbottiche, die mit Rührvorrichtungen versehen sind, geschafft, der suspendirte Schlamm durch Zapflöcher abgelassen, das zurückbleibende Amalgam auf Handschüsseln vollends gereinigt, in Zwillichbeuteln gepreßt und unter Glocken ausgeglüht.

Die große Einfachheit des Prozesses ist in die Augen springend. Er leidet aber an folgenden Unvollkommenheiten: 1. Der Silbercalo ist sehr hoch; er schwankt bei den verschiedenen Amalgamirwerken zwischen 5—40% des nach der docimastischen Probe gefundenen Silbergehalts. In Mexico soll sich derselbe durchschnittlich mit 25%, d. h. mit $\frac{1}{3}$ der wirklichen Silberproduktion berechnen, was bei der jetzigen Erzeugungsgröße von 1,200,000 Mark 400,000 Mark jährlich betragen würde. Dieser Calo soll überhaupt um so höher ausfallen, je mehr die Doppelschwefelverbindungen des Silbers (also Rothgiltigerze, Fahlerze und dergleichen) in dem Erze über das Gediegen- und Chlorsilber, dann den Silberglanz vorwalten. 2. Der Quecksilberverbrauch ist beträchtlich. Er beträgt 1—2 Theile auf 1 Theil ausgebrachtes Silber. Er rührt theils von der unvollkommenen Wiederansammlung des Amalgams, theils von der Einwirkung des Kupfer- und Silberchlorids auf das Quecksilber, d. h. der Quecksilberchlorürbildung her. 3. Der Prozeß erfordert viel Zeit, in günstigen Fällen 2—4 Wochen, auf manchen Amalgamirwerken auch 2—3 Monate. 4. Der Kupfergehalt der Erze geht gänzlich verloren. 5. Endlich ist derselbe nur in dem warmen Klima ohne künstliche Erwärmung durchzuführen.

Alle diese Unvollkommenheiten werden für Mexico aufgewogen von folgenden Vortheilen: a. Man hat fast kein Brennmaterial nöthig; es findet keine Schmelzung, nicht einmal Röstung der Erze statt, bis auf die ganz geringe Menge von Kupferkies, der zur Er-

zeugung von Magistral geröstet wird, der jedoch für 1 Ctr. Erz nur $\frac{1}{2}$ bis 4 Pfd. beträgt. Nun ist in Mexico jede Gattung Brennmaterial sehr selten, daher diese Methode für dieses Land ganz ausschließlich geeignet. b. Der Kochsalzverbrauch ist sehr gering, 1—5%, was für Mexico wichtig ist, da das Kochsalz durch Maulthiere aus großen Entfernungen zugeführt werden muß. c. Der Anquickprozeß selbst erfordert keine kostspieligen Maschinerien, zu deren Umtrieb es auch an der nöthigen Wasserkraft fehlen würde.

Um nun diesen altüblichen mexicanischen Amalgamationsprozeß zu verbessern, macht Bowring in der vorliegenden Abhandlung zwei von einander unabhängige Vorschläge.

Der erste davon empfiehlt für den gewöhnlichen Amalgamationsprozeß in offnen Höfen die Anwendung eines Kupferoxydul- statt des Kupferoxydsalzes des Magistral, wobei mit Beibehaltung des sonstigen Ganges der Arbeiten gegen das gegenwärtig bestehende Verfahren der Quecksilberverlust auf $\frac{1}{4}$ und die Prozeßdauer auf 12—14 Tage, also auf eben so viel Wochen als jetzt Monate erforderlich seien, herabgesetzt werde. Zur Bereitung des Kupferoxydulsalzes wird insbesondere das folgende Verfahren anempfohlen. Man erhitzt granulirtes Kupfer bei Luftzutritt bis zur Glühhitze, löscht es hierauf im Wasser ab und pulverisirt den sich ablösenden Glühspan, der neben etwas Kupferoxyd vorwaltend aus Kupferoxydul besteht, zu ganz feinem Pulver. Auf 112 Theile des letzteren nimmt man 448 Kochsalz in gesättigter Lösung und setzt zu der Mischung 77 Theile 66grädige Schwefelsäure, nachdem dieselbe mit Wasser mäßig verdünnt worden ist. Es soll sich Alles lösen. Die Verhältnisse dieser Mischung ergeben, daß dieselbe als eine Auflösung von Kupferchlorür (nebst etwas Kupferchlorid) in überschüssiger Kochsalzlösung neben einer dem Kupferinhalt derselben proportionalen Menge von schwefelsaurem Natron betrachtet werden kann. Von einer solchen Kupferchlorürlösung war es übrigens schon lange bekannt, daß sie das Schwefelsilber so gut wie die kupferchloridhaltige Kochsalzlösung zerlege; daß aber das Kupferchlorür im Gegensatze zu Kupferchlorid auf metallisches Quecksilber ohne Einwirkung sei, ist im Vorhinein wahrscheinlich, und in sofern erscheint Bowring's Angabe über die dadurch erzielte Verminderung des Quecksilberverlustes ganz glaubwürdig. Ob und in welchem Maße aber die voraussichtlich höheren Betriebskosten dieser Methode durch ein gleichzeitiges höheres Silberausbringen aufgewogen werden, findet sich nirgends angegeben.

Ungleich größere Vortheile stellt der zweite Vorschlag in Aussicht. Dieser betrifft ein ganz abgeändertes, mehr der warmen Amalgamation in Kesseln (beneficio di cazo) angenähertes Verfahren, für welches die Erze durch eine vorangehende Chlorirung des darin als Schwefelsilber enthaltenen Silbers, auf nassem Wege unter Anwendung strömender Electricität vorbereitet werden sollen. Gegenüber der in Mexico üblichen Methode in offenen Höfen charakterisirt sich das neue Verfahren dadurch, daß die bei dieser Methode gleichzeitig stattfindenden drei chemischen Actionen: Umwandlung des Schwefelsilbers in Chlorsilber, Fällung des Silbers aus dem Chlorsilber im metallischen Zustande und Aufnahme des Silbermetalls in das Quecksilber, bei dem neuen Verfahren in ebenso vielen besonderen Operationen gehandhabt werden sollen.

Für die erste und wichtigste Operation, die electrische Behandlung der Erze zum Zwecke der Clorsilberbildung, läßt sich aus den mancherlei zur beliebigen Auswahl hingestellten Modalitäten etwa die folgende Vorschrift als bloßes Beispiel des Verfahrens feststellen. Der fein gemahlene Erzschlamm kommt mit einem reichlichen Zuschlag von Kochsalz, dann $^1/_2$ bis $^3/_4$% Kupfervitriol und $^1/_4$ bis $^1/_2$% Eisenvitriol in geräumige hölzerne Kufen. Jede dieser Kufen enthält an zwei entgegengesetzten Seiten zwei Kupferplatten, welche die Pole einer starken galvanischen Batterie bilden. Der electrische Strom, welcher nach Schließung der Kette durch den Erzschlamm zu circuliren anfängt, soll die Einwirkung der zugesetzten chemischen Agentien auf das Schwefelsilber der Erze, die sonst nur äußerst langsam vor sich gehen würde, so namhaft steigern, daß dieses selbst bei einem Haufwerk von 300 — 400 Ctr. binnen 5—6 Stunden vollkommen zerlegt, und zwar größtentheils in Chlorsilber, in geringer Menge auch in metallisches Silber verwandelt wird. Man hätte nun ein für die gewöhnliche Kesselamalgamation ganz geeignetes, chlorsilberhaltiges Gut. Statt jedoch, wie es bei letzterer geschieht, die Zerlegung des Chlorsilbers durch das Kupfermaterial der Kesselwände unter gleichzeitigem Zusatz des Quecksilbers zu bewirken, bringt Bowring die so chlorirten Mehle mit eigens eingebrachtem Kupfer und ohne gleich das Quecksilber mit einzuthun, in ein cylindrisches Gefäß von Kupfer, in welchem durch eine stehende Welle mit Querarmen die eingesetzten Kupferstücke herumbewegt werden. Durch ein unter dem Boden unterhaltenes schwaches Feuer wird für gelinde Erwärmung des Schlammes gesorgt. Dieß die zweite Operation. Von hier kommt der Schlamm in ein zweites, ebenso eingerichtetes

Kupfergefäß. In diesem erst wird das Quecksilber zugesetzt und die eigentliche Anquickung des Silbers vorgenommen. — Das Waschen und Glühen des Amalgams geschieht in der bekannten Weise.

Alle Operationen zusammen sollen nur 12—15 Stunden in Anspruch nehmen, also nur soviel Stunden, als sonst im günstigen Falle Tage nöthig sind. Der Silber- und Quecksilbercalo sollen ganz verschwindend gering sein, und der gegen das bestehende System sich ergebende Mehrbetrag an Betriebskosten in Folge des vollkommenen Silberausbringens durch eine Mehreinnahme aufgewogen werden, die Bowring mit 1000% jener Mehrausgabe nicht überschätzt zu haben angiebt.

Einstweilen sind drei Jahre verstrichen, ohne daß man etwas Weiteres über den Erfolg dieses Vorschlages im Großen gehört hätte.

Ueber neue Methoden zur Scheidung des Silbers aus den Erzen in Californien und Washoe bemerkt die Freiberger Zeitung, 1861, Nr. 14, Folgendes: — Seit der Entdeckung der Washoe-Silberminen war San Francisco beständig das Laboratorium für Erfindung neuer Methoden zur Scheidung des Silbers aus den Erzen. Mit den gebräuchlichen Manipulationen wollte man sich nicht befassen, weil Schmelzung, Amalgamation, Extraction u. s. w. mehr Wissen und Können erfordert, als die Jedem zugängliche Goldamalgamation. Die Experimentatoren waren Leute aus allen Fächern, nur keine Metallurgen. Aber wie es oft der Fall ist, daß bei vielem und unermüdetem Experimentiren ohne Calculation eine zufällige Entdeckung gemacht wird, so glaubt auch Californien in Bezug auf Silberextraktion Epoche gemacht zu haben.

Während die Herren Kustel und Mosheimer das Silbererz der Ophir' Silver Mining Comp. (bei 40 Tonnen) in San Francisco um den Betrag von 412 Dollars per Tonne schmolzen und im Durchschnitt über 3000 Dollars per Tonne ablieferten, waren angeblich eine Menge neuer Prozesse entdeckt worden, von denen einer nicht nur so weit reussirte, daß schon 10 bis 15 Tonnen danach verarbeitet wurden, sondern daß er auch an Billigkeit, Schnelligkeit und Ausbringen alle bisher bekannten Verfahrungsarten übertreffen soll. Bis jetzt ist er noch Geheimniß; da Kustel sich aber in Bezug auf Schnelligkeit, Quantität und Reinheit des ausgebrachten göldischen Silbers selbst überzeugte, so handelt es sich nur um die Unkosten, um zu beurtheilen, ob die durch diesen Prozeß erregten großen Erwartungen gerechtfertigt sind.

Noch will Kustel eines andern patentirten Verfahrens erwäh-

nen, das für viele Monate die Aufmerksamkeit von ganz Californien in Anspruch nahm und die Compagnien der Washoeminen zurückhielt, irgend eine Manipulation einzuführen, indem die Patentträger um einen Spottpreis das Erz zu verarbeiten versprachen. Es war nicht der gute Erfolg dieses neuen Mc. Culloch'schen Verfahrens, der die Gewerke so befangen machte (denn ein solcher war nie zu sehen), sondern bloß der Umstand, daß ein bedeutendes Haus in San Francisco, Alsop und Comp. sich an dem Patent betheiligte.

Dieses Verfahren bestand darin, daß 2000 Pfd. gepulvertes Erz mit 160 Pfd. Sägespäne, 160 Pfd. Kohlenstaub und 100 Pfd. Thon zu einer Paste und diese zu Ziegeln von 1 Zoll Dicke verarbeitet und sodann im Meiler oder Ofen gebrannt wurde, wodurch alles Silber in metallischen Zustand überführt werden sollte. So wollte es nämlich das Patent haben, in der Praxis konnte aber die Bildung von schwefelsaurem Silber nicht umgangen werden. Um die weitere Behandlung kümmerte sich weder Mc. Culloch, noch Hr. Alsop. Wenn zu der genannten Mischung noch 6 Proz. Kochsalz zugefügt wurden, so verwandelte sich nach 5 bis 6 Stunden langem Brennen alles Silber in Chlorsilber, und hätte Mc. Culloch diesen Umstand zu benutzen gewußt, so hätte er damit wenigstens Geld machen können, wenn auch nicht diejenigen, welche sein Verfahren benutzen.

Die Ophir-Comp., die 1400 Fuß in der Comstock Lead besitzt, entschloß sich in Rücksicht des nahenden Winters, ohne weiter auf Mc. Culloch zu reflektiren, zuerst dazu, die Fässeramalgamation einzuführen. Demzufolge wurden Dampfmaschinen, Trockenpochwerk u. s. w. in San Francisco Ende September v. J. bestellt und im Monat November über die Sierra Nevada geschafft. Die Maschinerie war vorerst auf 10 Tonnen tägliche Verarbeitung berechnet und sollte auf 40 bis 50 Tonnen ausgedehnt werden, da dieses Quantum leicht aus der Mine täglich geschafft werden kann.

Das Werk wird in Washoe Valley, 16 Meilen von der Mine entfernt, gebaut, da hier hinlänglich Holz und Wasser vorhanden ist, wenn auch 10 Dollars per Tonne Fuhrlohn gezahlt werden muß (für Erz).

Wahrend nun, ungeachtet Schnee und Kälte, der Aufbau in vollem Gange ist, kommt plötzlich von der Direction von San Francisco die Anweisung, mit dem Weiterbau einzuhalten, indem man wegen einer neuen Extractionsmethode mit dem Erfinder in Verhandlung stehe und dieselbe sogleich einzuführen gedenke.

Der Erfinder ist ein Amerikaner, Namens Smith, Zimmermann von Profession. Er hatte in Sacramento in einer Anstalt gearbeitet, wo die Zersetzung der Sulphurete mit vegetabilischen Säuren, caustischem Kalk ꝛc. versucht wurde, wobei Smith ein Mittel entdeckte, die Zersetzung vollständig zu bewirken. Er verarbeitete nun in San Francisco das Erz der Ophir-Comp. in 10 eisernen Pfannen, 5 Fuß im Durchmesser weit, welche ganz nach Art der Arastras eingerichtet sind, nur daß unter jeder Pfanne eine Feuerung angebracht ist.

Das feingemahlene Erz kommt ohne alle Vorbereitung in die Pfanne mit dem halben Gewicht Quecksilber nebst so viel Wasser, daß ein dünner Brei entsteht, und dem Pulver, dessen Zusammensetzung geheim gehalten wird. Das Ganze wird, wie in der Arastra, mit vier laufenden Steinen in Bewegung erhalten und nach 4 Stunden abgelassen, das Quecksilber aber bleibt in der Pfanne für die folgenden Chargen und zwar so lange, bis es hinlänglich Amalgam aufgenommen hat.

Kustel hat 240 Pfd. des ausgebrachten Silbers gesehen, das 997 fein war, während das Erz nicht unbedeutende Mengen Kupfer enthält. Smith und Comp. verpflichten sich, die Tonne Erz mit einem Kostenaufwand von 25, höchstens 30 Doll. zu verarbeiten, während bei der Fässeramalgamation das Salz allein, bei 10 Prozent Zusatz, auf 20 Doll. per Tonne zu stehen kommt. Das zugesetzte Ingrediens soll in San Francisco 2$^1/_2$ Doll. per Tonne betragen; es ist demnach nicht begreiflich, warum die Tonne auf 25 bis 30 Doll. veranschlagt wird, da der Aufwand für das Pochen und Mahlen unbedeutend ist. Ueber den Quecksilberverlust konnte Kustel nicht erfahren, auch keine Details erhalten.

Das Erz der Ophir-Comp. besteht hauptsächlich aus Zinkblende, Eisenkies, Sprödglaserz, Schwefelsilber, Antimonsilber, gediegen Silber und Gold, Kupferkies, Bleiglanz, zuweilen kohlensaurem Blei- und Kupferoxyd. Der Bleigehalt variirt von 5 zu 10 Prozent; der Antimongehalt ist zuweilen sehr bedeutend und das Beispiel will Kustel anführen, daß, als das Erz in San Francisco geschmolzen und das erhaltene Werkblei abgetrieben wurde, sich zeitweise so viel Antimonrauch entwickelte, daß es durchaus unmöglich war, das Bleibad zu sehen, und der Treiber gezwungen war, blindlings abzuziehen. Da das Blei sehr silberreich war, so legte sich dabei nicht nur an die Werkzeuge, sondern auch an die Außenseite der Arbeits-

öffnung und sogar an das Blechdach im Innern des Gebäudes ein schöner rosenrother Beschlag an, der 1 Prozent Silber enthielt.

Wenn dieser neue Prozeß den Erwartungen entspricht und wirklich Vortheile gegen alle anderen Extractionsmethoden darbietet, so wird Kustel darauf zurückkommen.

Achter Abschnitt.

Gold.

Ueber die Entgoldung mittelst Chlorgases macht Herr G. Georgi, Betriebsbeamter der Goldhütte zu Reichenstein, in der Freiberger Zeitung, 1861, Nr. 15, nachstehende Bemerkungen: — Es ist unendlich zu bedauern, daß die Entgoldung kiesiger Erze mittelst Chlor keine größere Verbreitung findet, da sie unbedingt die vortheilhafteste ist. Bei der noch so mancher Verbesserungen fähigen Einrichtung werden sämmtliche Kosten, so wie die Zinsen des Anlagekapitales und der Beamtengehalt durch eine Ausbeute von $^1/_{36}$ Loth pro Ctr. Abbrände zu Reichenstein gedeckt. Georgi glaubt nicht, daß irgend eine andere Methode so günstige Resultate geben wird. Die Preise der Säuren würden auch an entlegenen Orten wenig in Betracht kommen, da nöthigenfalls, z. B. bei Schwefelkiesen, die Schwefelsäure beim Rösten nebenbei gewonnen und die Salzsäure leicht selbst dargestellt werden kann. Auch goldhaltige Kupferkiese könnten mit Chlor entgoldet werden, wenn man die Röstung passend leitet und die Abbrände vorher mit verdünnter Schwefelsäure behandelt werden.

Im Nachstehenden sollen Vorschläge von Herrn Georgi mitgetheilt werden, welche auf Beseitigung der bei der Reichensteiner Goldhütte des Herrn Güttler (Bd. IV, S. 471) noch obwaltenden Betriebsschwierigkeiten hinzielen.

Bei dem gewöhnlichen Entgoldungsverfahren ist ein Hauptübelstand, daß die Abbrände beim Auslaugen eine so bedeutende Wassermenge binden, die selbst nach sehr langem Stehen nicht abläuft und wodurch eine vollständige Verdrängung des gelösten Goldes so unendlich schwierig wird. Georgi glaubt, daß bei der Extraction des Silbers

mit Kochsalz, unter schwefligsaurem Natron oder nach dem Ziervogel'schen Verfahren dieselben Nachtheile eintreten müssen und, daß es von großer Wichtigkeit wäre, eine Methode zu finden, wodurch dem begegnet und die Extraction vollständig mit einer geringen Menge Flüssigkeit bewerkstelligt werden könnte!

Patera hat bei der Extraction mit unterschwefligsaurem Natron, so viel Herrn Georgi bekannt geworden, die Real'sche Presse vorgeschlagen. Er glaubt aber nicht, daß deren Wirkung eine ganz erschöpfende sein wird.

Nach Georgi's Ansicht würde ein vollständiger Erfolg zu erlangen sein, wenn man bei der Extraction dasselbe Princip befolgte, wie bei den Saugapparaten in Zuckerfabriken, wodurch die letzte Spur Melasse den Bütten entzogen wird.

Dieses Prinzip zu Grunde gelegt, würde die Einrichtung etwa folgende sein.

Zur Extraction werden cylindrische, mehr hohe, als weite, 3 bis 5 Ctr. des gerösteten Erzes fassende Gefäße, am besten von Steingut, genommen, die mit einem trichterförmigen Ansatz versehen sind. In diesem Ansatz wird ein Sandfilter gebildet und darüber ein Siebboden von Thon gelegt. Durch eine kleine, mit Hülfe eines Ringes aus vulkanisirtem Kautschuck luftdicht anschließende Röhre münden sämmtliche Extractionsgefäße in eine größere Röhre, die die Lauge in ein luftdicht geschlossenes Reservoir leitet, das mit einer Luftpumpe in Verbindung steht. Die große Röhre muß vor ihrem Eintritt in das Reservoir durch einen Hahn abgeschlossen werden können und zugleich zwischen Hahn und Reservoir in einer besondern Röhre ein Barometer tragen. Das Material zu den Röhren und dem Reservoir richtet sich natürlich nach der extrahirenden Substanz und der Extractionsflüssigkeit.

Soll der Apparat benutzt werden, so werden die Bottiche mit dem gerösteten Erze gefüllt und die Flüssigkeit aufgegossen. Nach Georgi's Ansicht würde es genügen, nur so viel aufzugießen, daß die ganze Masse stark angefeuchtet wird. Man müßte dann ein bis zwei Stunden stehen lassen, um der Extractionsflüssigkeit Zeit zu geben, auf die zu lösende Substanz zu wirken. Wird dann der Hahn der großen Röhre geschlossen und in dem Reservoir die nöthige, durch Versuche nach dem Barometer festzustellende Luftverdünnung hergestellt, so öffnet man den Hahn, worauf die Flüssigkeit aus den Bottichen durch den Druck der Luft vollständig verdrängt wird. Ein nochmaliges Nachlaugen mit einer geringen Menge der Extractionsflüssig-

keit dürfte nach Georgi's Ansicht genügen, die Erze vollständig zu erschöpfen. Bei dem Arbeiten mit kochend heißer Lauge müßte ein Condensator, etwa wie bei den Vacuumpfannen der Zuckerfabriken, zwischen Reservoir und Luftpumpe angebracht werden.

Georgi kann zwar über die praktische Brauchbarkeit einer solchen Anlage kein gewisses Urtheil fällen,„ glaubt jedoch, daß sein Vorschlag viel für sich hat und werth ist, der Beurtheilung von Sachkennern unterbreitet zu werden. Ist derselbe ausführbar, so müßten die zu erzielenden Vortheile bedeutend sein. Die Kosten könnten für 10 bis 15 Bottiche und die sonstige Einrichtung kaum 5 bis 600 Thaler übersteigen.

Neunter Abschnitt.

Platin.

Wir erwähnten auf Seite 373, im vorigen Jahrgange dieses Werks, daß die Arbeit der französischen Gelehrten und Techniker Sainte-Claire Deville und Debray in den Annales des Mines, 5. Reihe, Bd. 16, in dem Bande 18, S. 71, fortgesetzt sei, auch wurde erwähnt, daß eine Bearbeitung dieser sehr wichtigen Abhandlung in der Allgem. berg- und hüttenm. Zeitung, Jahrgang 1861, mitgetheilt werde. Dies ist in den Nummern 19, 25, 27, 29, 31, 32, 37 und 40 geschehen, auf die wir verweisen müssen, da selbst ein Auszug aus dieser Arbeit hier zu weit führen würde.

Beiträge zur neuesten Metall-Produktion.

Wir können nur Angaben über die Metallproduktion einzelner Länder machen, da es uns an Material zu einem Gesammtbilde fehlt.

Oesterreich 1860.

(Nach Berghauptmann Friese in der Oesterr. Zeitschrift Jahrg. 1861.)

Frischroheisen .	4,934,122	Wiener Ctr.	
Gußroheisen .	647,216	" "	
	5,581,338	Wiener Ctr.	Werth 19,872,171 fl. östr. W.
Zink	23,240	" "	
Gold	3,191	Münzpfund [1]	} " 5,221,905 " " "
Silber . . .	68,188	"	
Quecksilber . .	4,194	Wiener Ctr.	
Blei	125,019	" "	
Glätte . . .	22,627	" "	
Kupfer . . .	47,022	" "	
Wismuth . .	1,165	" "	
Nickel u. Nickelspeise	92	" "	

---

1) Münzpfund = 1 Zollpfund = 500 Grammen.

Preußen 1860.

Hüttenerzeugnisse. (Aus dem Essener Berg- und Hüttenkalender auf 1862.)

Erzeugnisse. (Die Namen der unmittelbar aus den Erzen dargestellten Erzeugnisse sind gesperrt gedruckt.)	Betriebene Werke.	Produktion. Zoll-Centner.	Werth der Produktion Thlr.	Arbeiter.	Deren Angehörige.
1. Eisen:					
a) Roheisen in Gänzen	164	7.236.964	10.219.712	7.899	17.438
b) Rohstahleisen . . .	3	87.182	187.225	94	219
c) Roheis. in Gußstücken	17	570.055	1.600.419	3.825	8.396
Summe (Roheisen)	184	7.894.201	12.007.356	11.818	26.053
d) Eisengußwaaren . . .	168	1.533.507	5.578.639	7.704	16.235
Schmiedeeisen: e) Stabeisen	312	5.313.642	19.220.560	17.129	36.731
f) Schwarzblech	18	741.997	3.833.000	2.576	5.757
g) Weißblech	1	62.993	746.284	249	386
h) Eisendraht	56	439.779	2.353.181	2.463	5.071
Stahl: i) Rohstahl . . .	45	292.003	1.342.474	683	1.533
k) Gußstahl.	7	130.082	2.014.901	2.696	6.040
l) Raffinirter Stahl . . .	98	66.171	527.007	428	1.071
2. Zink:					
a) Rohzink	48	1.106.930	6.424.363	6.045	9.308
b) Zinkweiß	2	38.660	149.931	51	106
c) Zinkblech	12	278.096	2.167.392	476	805
3. Gold	1	17,084 Pfund.	7.552	6	14
4. Silber	8	35.159 „	1.043.378	170	500
5. Bleiische Produkte:		Centner.			
a) Kaufblei	12	312.098	1.967.688	661	1.623
b) Gewalztes Blei . . .	2	3.549	25.150	44	96
c) Kaufglätte	—	26.643	157.609	—	—
6. Kupfer:					
a) Garkupfer	17	39.288	1.332.424	937	1.571
b) Grobe Kupferwaaren .	22	30.068	1.217.223	172	407
7. Messing	33	33.880	1.202.039	607	1.868
8. Smalte	1	195	3.100	4	16
9. Nickelspeise	—	180	9.018	—	—
Nickelfabrikate	5	6.150	432.320	212	166
10. Arsenikfabrikate . .	3	5.619	24.192	—	—
11. Antimon	2	125	2.054	4	12
12. Alaun.	10	67.514	228.404	285	785
13. Vitriol:					
a) Kupfervitriol *) . .	3	8.912 *)	54.016	197	504
b) Eisenvitriol . . .	5	57.145	69.039	107	246
c) Gemischter Vitriol.	—	1.675	6.991	—	—
d) Nickelvitriol . . .	—	210	2.742	—	—
14. Schwefel	—	4.645	18.714	—	—
15. Cadmium	—	2	403	—	—
16. Selen.	—	1,5 Pfund.	75	—	—
Summe	1075	18.495.959 Ctr. / 35,177,584 Pfd.	64.169.219	55.724	116,904

*) Hierunter 1 Werk mit 410 Ctr. Kupferoxydhydrat von 2050 Thlr. Werth.

Die wichtigern Erze und Metalle nach den Verwaltungsbezirken.

Bezirke.	Bergwerke. in Betrieb	Arbeiter.	Förderung. T. u. Ctr.	Deren Werth. Thlr.	Hütten. in Betrieb	Arbeiter.	Metallproduktion. Zoll-Ctr.	Deren Werth. Thlr.
Eisenerz und Eisen:			Eisenerz, Tonnen:		Hohöfen		Roheisen:	
Brandb.-prß. Distrikt	15	27	8.328	2.343	4	127	17.809	58.719
Schlesischer	81	2.512	476.674	276.041	114	4.887	2.000.681	2.850.865
Sächsischer	20	120	47.810	21.474	7	984	85.358	247.813
Bochum	32	1.695	653.856	497.971	13	1.118	1.293.817	1.782.545
Essen	24	659	217.536	87.843	14	1.276	1.432.447	2.097.836
Siegen	949	3.950	528.278	464.978	52	1.538	1.579.336	2.564.549
Düren	105	1.265	186.047	162.742	27	784	661.344	970.723
Saarbrücken	61	721	114.781	68.367	19	910	790.688	1.356.978
Hohenzollern	131	285	12.444	16.432	2	194	32.721	77.328
Summe	1420	11.234	2.245.754	1.598.191	252	11.818	7.894.201	12.007.356
Zinkerz und Zink:			Zinkerz, Ctr.:		Hütten:		Zink:	
Tarnowitz	21	5.654	5.271.232	1.169.718	41	4.635	807.080	4.626.822
Bochum	1	227	175.325	73.052	2	331	49.560	274.008
Essen	—	—	4.006	2.017	2	500	120.804	724.824
Siegen	21	1.400	435.269	193.753	1	34	80	548
Düren	7	879	168.610	109.967	2	545	129.406	798.161
Saarbrücken	—	—	17.474	11.316	—	—	—	—
Summe	50	8.160	6.071.916	1.559.823	48	6.045	1.106.930	6.424.363
Bleierz und Blei:			Bleierz, Ctr.:				Blei u. Glätte:	
Tarnowitz	3	625	77.996	337.196	1	66	B. 9.730 G. 6.368	64.249 44.701
Waldenburg	3	44	69	16	—	—	—	—
Eisleben	1	8	696	174	—	—	B. 217	1.368
Bochum	1	15	1.610	3.056	—	—	—	—
Essen	3	194	5.175	14.948	—	—	—	—
Siegen	99	3.747	270.585	667.127	2	145	B. 62.113 G. 19.975	373.805 111.218
Düren	18	3.533	524.035	1.286.294	8	440	B. 238.655	1.519.508
Saarbrücken	30	723	14.783	24.343	1	10	B. 1.383	8.758
Summe	158	8.889	894.949	2.333.154	12	661	B. 312.098 G. 26.643	1.967.688 157.609
Kupfererz und Kupfer:			Kupfererz Ctr.:				Kupfer:	
Waldenburg	6	199	5.618	2.509	1	—	69	2.300
Halberstadt	1	26	72	72	—	—	—	—
Eisleben	14	3.617	1.258.452	777.133	8	664	30.487	1.044.458
Bochum	1	4	146	269	—	—	—	—
Essen	—	—	4.089	20.445	1	39	1.731	60.600
Siegen	29	442	367.824	90.341	6	226	6.039	194.386
Düren	8	42	24.452	3.119	1	8	900	28.800
Saarbrücken	—	—	5.755	5.842	bei Blei		62	1.880
Summe	59	4.300	1.666.408	899.730	17	937	39.288	1.332.424
Silber:							Silber, Pfund:	
Tarnowitz	aus Blei- und Kupfererzen				bei Blei		1.703	50.817
Waldenburg					bei Kupfer		2	73
Eisleben					2	dgl.	15.690	467.790
Siegen					6	170	10.092	297.153
Düren					bei Blei		7.523	223.167
Saarbrücken					bei Blei		149	4.378
Summe	—	—	—	—	8	170	35.159	1.043.378

Baiern 1860. (Amtliche Angaben.)

Erzeugnisse.	Anzahl d. Werke.	Produktion Zollgewicht.	Geldwerth rhein. Gulden.	Arbeiter
1. Eisen.				
a. Roheisen in Gänzen und Masseln . . .	84	566,956 Ctr.	1,723,410	1886
b. Rohstahleisen . . .	1	—	—	—
c. Gußwaaren a. Erzen	—	79,229	511,062	130
d. Gußw. a. Roheisen	10	69,171	517,136	341
e. Stab- und gewalztes Eisen	25	614,595	5,429,216	1573
f. Eisenblech	1	27,432	294,121	35
g. Eisendraht	6	10,880	121,600	38
h. Stahl	3	620	43,240	8
2. Gold (Amalgamirgold) und Silber	1	57,44 Pfd.	3791	8
3. Bleiische Produkte . .	—	540 Ctr.	5465	—
4. Alaun	3	67	417	19
5. Vitriol: a. Eisenvitriol	1	7510	28,588	—
b. Gemischter V.		1571	11,814	—
Summa	136	—	8,689,861	4038

Sachsen 1860.

Metallproduction des Regalbergbaues nach dem Freiberger Jahrbuche.

Erzeugnisse.	Ausbringen der Hütten.	Verkauf. Menge.	Verkauf. Geldbetrag.	Arbeiter
1. Gold, fein .	59,15 Pfd.	59,18 Pfd.	26,145 Thlr.	
2. Silber, fein .	55,085 "	58,000 "	1,720,603 "	
3. Kupferprodukte				
Garkupfer. .	1,559 Ctr.	1,619 Ctr.	53,765 "	
Kupfervitriol.	1,655 "	1,308 "	14,681 "	
Gem. Vitriol	1,072 "	299 "	1,645 "	
Kupferhaltige Mutterlauge	112 Cbkfß.	112 Cbkfß.	14 "	
4. Bleiprodukte:				
Probirblei .	595 Ctr.	40 Ctr.	652 "	
Weichblei .	70,666 "	73,385 "	439,767 "	
Hartblei . .	1,808 "	2,275 "	14,559 "	
Bleirauch . .	3 "	2 "	11 "	
Glätte . .	7,225 "	8,806 "	52,258 "	

Erzeugnisse.	Ausbringen der Hütten.	Verkauf Menge.	Geldbetrag.	Arbeiter
5. Nickelspeise .	31 Ctr.	141 Ctr.	14,773 Thlr.	
6. Rohzink . . .	156 „	108 „	630 „	
7. Blaufarbwaar.	9,118 „	8,593 „	249,133 „	
8. Zinn . . .	3,156 „	3,118 .	135,395 „	
9. Wismuthmetall	76 „	76 „	10,329 „	
Saigerrückstände	19 „	19 „	617 „	
Wismuthschliech	9¾ „	9¾ „	178 „	
10. Giftmehl .	378½ „	378½ „	956 „	
		Summa	2,736,125 Thlr.	1012

Die Produktion der sächsischen Eisenhütten wird bekanntlich von den Bergbehörden gar nicht und nur dann und wann von dem statistischen Bureau im Königl. Ministerium des Innern angegeben.

Hannover.

Betriebsjahr 1859/60, amtliche Mittheilungen.

22,035½	Pfd. Silber	am Werth	657,392	Thlr.
5,955	Ctr. Kaufglätte	„ „	38,469	„
87,131	„ Blei	„ „	551,021	„
1,375	„ Kupfer	„ „	44,215	„
		Summa	1,291,097	Thlr.

Die Blei- und Silberhütten waren mit 408 Mann belegt.

Die Königlichen Eisenhütten am Oberharze producirten:

Roheisen in Stücken . . .	62,606	Ctr.
„ „ Gußwaaren . .	38,283	„
Gußwaaren aus Kupolöfen .	4,010	„
Stabeisen	36,854	„
Rock- und Walzeisen . . .	10,013	„
Draht	888	„
Wagenaren	636	„
Rohstahl	40	„
Gußstahl	616	„

Der Verkaufswerth sämmtlicher producirten Eisenfabrikate belief sich auf 490,000 Thlr.

Die Eisensteingruben und Eisenhütten waren mit 1091 Arbeitern belegt.

Die Unterharzer oder Communionwerke sind hier unberücksichtigt geblieben.

England 1860.

(Nach Hunt's Mineral Statistics, hier aus dem Essener Berg- und Hütten-Kalender auf 1862, auf Preußisch Geld und Gewicht berechnet.)

Erzeugnisse.	Produktion in Zollcentr.		Geldwerth in Thalern.
Roheisen . .	77,683,066		84,735,346
Zink (1) . .	88,447		597,205
Silber . . .	34,193	Zollpfd.	1,008,324
Blei (2) . . .	1,289,557	Centner	9,454,158
Kupfer (3) . .	324,150	"	11,380,761
Zinn	135,908	"	5,812,118
		Summa	112,987,912 Thlr.

Es muß bemerkt werden, daß die aus ausländischen Erzen in Britannien dargestellten Metallmassen hier nicht eingerechnet sind.

(1) An Zink wurde eingeführt 584,315 Zollcentner und ausgeführt, sowohl britisches als fremdes, 155,944 Zollctr.

(2) An Blei wurden eingeführt 450,071 Zollctr.; ausgeführt 446,316 Zollctr.

(3) Einfuhr des Jahres 1859 an Kupfererzen 1,446,923 Zollcentr. und an sogenannten regulus, d. h. Concentrationsstein, 267,513 Ctr. Werth der ganzen Kupferproduktion, mit Einschluß des aus auswärtigen Erzen und regulus in England erzeugten Kupfers 1859: 23,935,562 Thlr., 1860: 20,986,474 Thlr.

Frankreich.

Ueber das französische Hüttengewerbe hatten wir seit dem Betriebsjahre 1852 amtliche Nachrichten nicht erhalten. Im vorigen Jahre ist aber ein neuer Band von dem „Resumé des Travaux statistiques de l'Administration des Mines" in der Kaiserl. Buchdruckerei zu Paris erschienen, der die Jahre 1853 bis 1859 umfaßt; er ist als Staatsschrift nicht in den Buchhandel gekommen. Wir entnehmen dieser Quelle das Nachstehende, welches sich hauptsächlich auf das Eisenhüttengewerbe bezieht, da die übrige Metallproduktion Frankreichs verhältnißmäßig unbedeutend ist.

Eisen.

Der Bestand der Eisenhütten und ihr Betriebsmaterial waren

im Jahre 1856 in den 86 Departements, in denen das Eisenhüttengewerbe betrieben wird, der nachstehende:

Hohöfen mit vegetabilischem Brennmaterialbetriebe . .	385
= = mineralischem = . .	120
= = gemischtem = . .	86
Flammöfen zum Umschmelzen des Roheisens	41
Kupolöfen = = = = . .	594
Zur Stabeisen= und Blechfabrikation: Rennfeuer . .	93
= = = = Frischfeuer . .	656
= = = = Feineisenfeuer .	38
= = = = Puddelöfen . .	931
= = = = Schweißöfen . .	897
Zur Stahlfabrikation: Stahlfrischfeuer	71
= = Schweiß= und Glühöfen . . .	258
= = Cementiröfen	59
= = Gußstahlöfen	224
Apparate zum Ausrecken des Eisens und Stahls:	
Stabhämmer	663
Reckhämmer	407
Stempelhämmer	137
Walzwerksgerüste	549
Gebläse: Wassertrommeln	172
Balgengebläse	254
Cylinder= und Kastengebläse	961
Motoren: Wasserräder: Anzahl	1,957
Pferdekräfte	25,819
Dampfmaschinen: Anzahl	901
Pferdekräfte	24,942
Gesammtzahl der Eisenhütten:	
Im Betriebe stehend	1,093
Außer Betriebe	168

Roheisenproduktion von 1853 bis 1859.

1853 wurden, sowohl in Gänzen und Masseln zum Verfrischen und Umschmelzen, als auch in Gußwaaren oder Gußstücken producirt:

bei Holzkohlen	2,924,279 metr. Ctr.	an Werth	54,581,714 Fcs.
= Kokes	3,685,060 =	= =	50,185,154 =
zusammen	6,609,339 metr. Ctr.	an Werth	104,766,868 Fcs.

1856 war diese Produktion folgende:

bei Holzkohlen	3,749,834	metr. Ctr.	an Werth		76,282,240	Fcs.
„ Kokes	5,481,641	„	„	„	83,479,870	„
zusammen	9,231,475	metr. Ctr.	an Werth		159,762,110	Fcs.

1859 werden folgende Produktionsmengen angegeben:

bei Holzkohlen	3,360,180	metr. Ctr.	an Werth		53,442,988	Fcs.
„ Kokes	5,201,343	„	„	„	63,215,096	„
zusammen	8,561,523	metr. Ctr.	an Werth		116,658,084	Fcs.

Die Produktion in den Jahren 1860 und 1861 ist in einem Bericht des Handelsministers an den Senat und den gesetzgebenden Körper mitgetheilt: 1860 wurden 3,013,274 Ctr. bei Holzkohlen, 5,789,590 Ctr. bei Kokes, zusammen 8,802,864 Ctr., an Werth 113,115,220 Fcs., 1861 zusammen 9,880,000 Ctr. erzeugt. Daher nächst Britannien das meiste Eisen in Europa.

Gußwaarenproduktion aus ungeschmolzenem Roheisen in den Jahren 1853 bis 1859.

Obgleich der größte Theil des producirten Roheisens verfrischt, d. h. in Stabeisen verwandelt wird, so schmelzt man doch einen bedeutenden Theil davon zum Gießereibetriebe um; die dadurch erlangten Gußwaaren haben einen weit höhern Werth, als das Roheisen, veranlassen aber mehr Produktionskosten, als die unmittelbar aus den Hohöfen erzeugten.

1853	wurden	producirt	1,134,600	metr. Ctr.,	Werth	38,028,653	Fcs.
1856	„	„	1,535,953	„ „	„	54,307,850	„
1859	„	„	1,422,927	„ „	„	43,487,053	„

Die Hauptresultate der Stabeisenfabrikation in den Jahren 1853—1859 sind die folgenden:

1853	bei	Holzkohlen	768,502	metr. Ctr.,	Werth	33,401,328	Fcs.
„	„	Holz- und Steinkohlen	241,098	„ „	„	9,721,024	„
„	„	Steinkohlen	3,500,294	„ „	„	105,751,194	„
		zusammen	4,509,894	metr. Ctr.,	Werth	148,873,546	Fcs.
1856	bei	Holzkohlen	851,459	„ „	„	39,651,881	„
„	„	Holz- und Steinkohlen	198,242	„ „	„	9,156,744	„
„	„	Steinkohlen	4,636,993	„ „	„	155,911,390	„
		zusammen	5,686,694	metr. Ctr.,	Werth	204,720,015	Fcs.

1859 bei Holzkohlen	906,544 metr. Ctr.,	Werth	38,444,407	Fcs.
" " Holz- und Steinkohlen	169,334 "	"	6,947,751	"
" " Steinkohlen	4,125,114 "	"	112,265,475	"
zusammen	5,200,992 metr. Ctr.,	Werth	157,657,633	Fcs.

Eisenbahnschienenfabrikation.

Ein bedeutender Theil von der Stabeisenproduktion bei mineralischem Brennmaterial wurde in Eisenbahnschienen verwandelt und es betrugen die Gewichtsmengen:

1853	946,692 metr. Ctr.,	Werth	24,715,897	Fcs.
1856	1,630,527 " "	"	46,495,625	"
1859	1,067,514 " "	"	27,874,467	"

Schwarzblechfabrikation.

Es werden hier die aus Herdfrischen und aus Puddeleisen fabricirten Bleche unterschieden:

1853 bei vegetabil. Brennmaterial	154,155	metr. Ctr.	8,676,727	Fcs.
" " mineral. "	491,128	" "	22,278,345	"
zusammen	645,283	metr. Ctr.	30,955,072	"
1856 bei vegetabil. Brennmaterial	187,921	" "	12,514,511	"
" " mineral. "	599,363	" "	29,531,566	"
zusammen	787,284	metr. Ctr.	42,046,077	Fcs.
1859 bei vegetabil. Brennmaterial	194,392	" "	11,577,799	"
" " mineral. "	499,264	" "	19,838,172	"
zusammen	693,656	metr. Ctr.	31,415,971	Fcs.

Eisendrahtproduktion.

1853 .	182,222 metr. Ctr.
1856 .	247,003 " "
1859 .	235,548 " "

Stahlproduktion.

Schmelz- und Puddelstahl:

1853 .	42,201 metr. Ctr.,	an Werth	2,970,636	Fcs.
1856 .	68,628 " "	" "	4,919,590	"
1859 .	132,436 " "	" "	8,310,542	"

Im Jahre 1855 wurde der erste Puddelstahl im Loirebecken erzeugt, dessen Quantum jährlich stieg und die Production des Schmelz- oder Herdstahls immer mehr beschränkte.

Cementstahl:

1853 .	116,831 metr. Ctr.,	an Werth	8,439,382 Fcs.
1856 .	74,305 „ „	„ „	4,996,808 „
1859 .	58,105 „ „	„ „	4,009,487 „

Gußstahl:

1853 .	66,493 metr. Ctr.,	an Werth	9,217,069 Fcs.
1856 .	47,213 „ „	„ „	5,901,063 „
1859 .	39,155 „ „	„ „	4,128,965 „

Produktion anderer Metalle außer dem Eisen.

Kupfer, Blei, Silber und daneben auch Gold verdienen außer dem Eisen einige Aufmerksamkeit, da Antimon und Mangan gewöhnlich als Erze und nur auf- und vorbereitet verkauft werden.

Im Jahre 1853 betrug die Produktion:

Silber . .	8,920	Kilogramm	an Werth	1,935,879 Fcs.
Gold . . .	120,200	Grammen	„ „	411,944 „
Kauf-Blei .	30,331	metr. Ctr.	„ „	1,548,300 „
Glätte . .	5,903	„ „	„ „	286,584 „
Kupfer . .	49,188	„ „	„ „	15,903,069 „
1856.				
Gold . . .	72,663	Grammen,	an Werth	247,010 Fcs.
Silber . .	26,477	Kilogr.	„ „	7,012,876 „
Blei . . .	184,649	metr. Ctr.	„ „	11,796,104 „
Kupfer . .	72,741	„ „	„ „	21,896,838 „
Zink . . .	4,445	„ „	„ „	146,700 „
1859.				
Gold . . .	76,600	Grammen,	an Werth	262,640 Fcs.
Silber . .	48,591	Kilogr.	„ „	10,959,013 „
Blei u. Glätte	405,127	metr. Ctr.	„ „	25,189,727 „
Kupfer . .	88,289	„ „	„ „	23,832,250 „
Zink . . .	1,689	„ „	„ „	84,456 „

Druck von C. P. Melzer in Leipzig.


Fig.17.

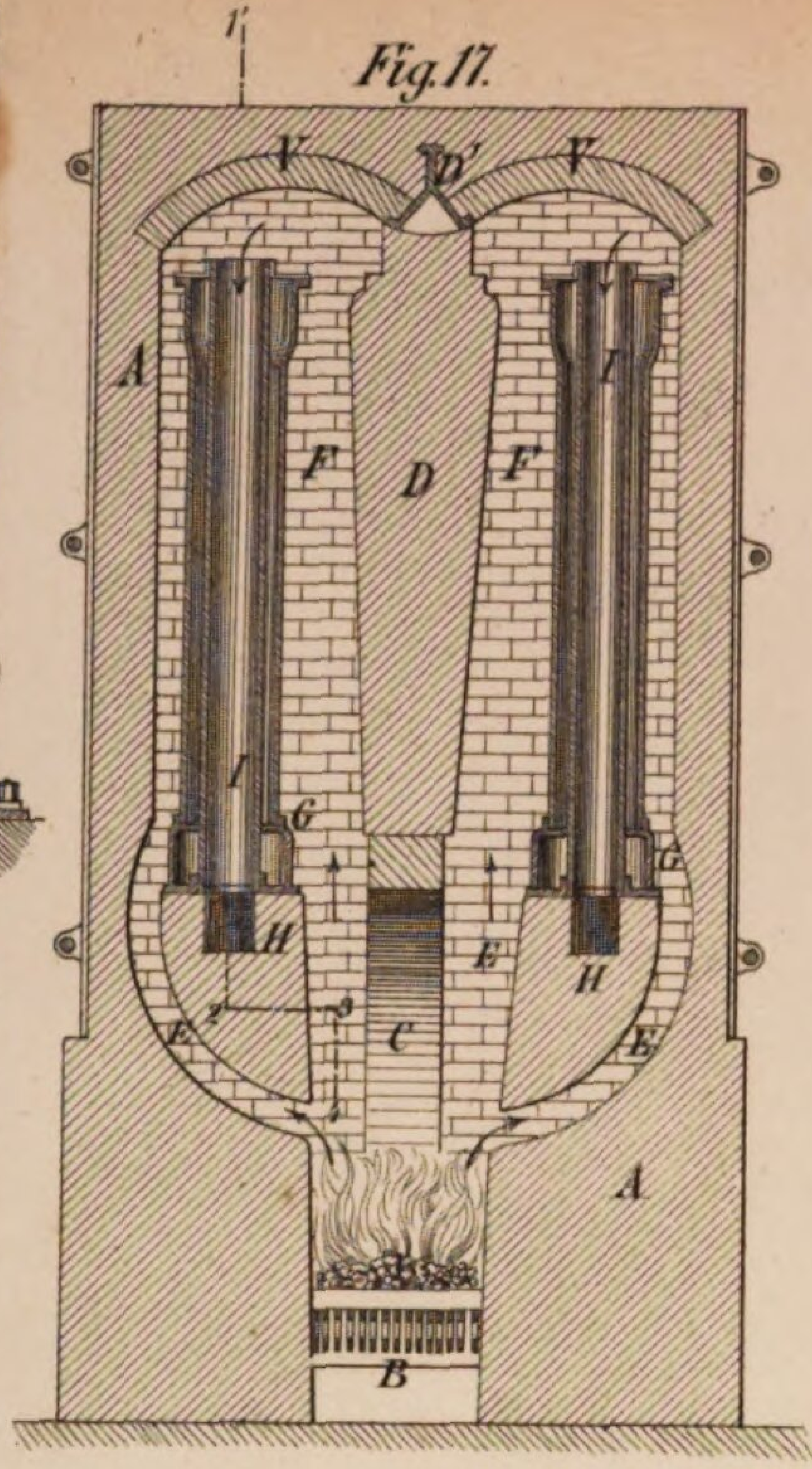
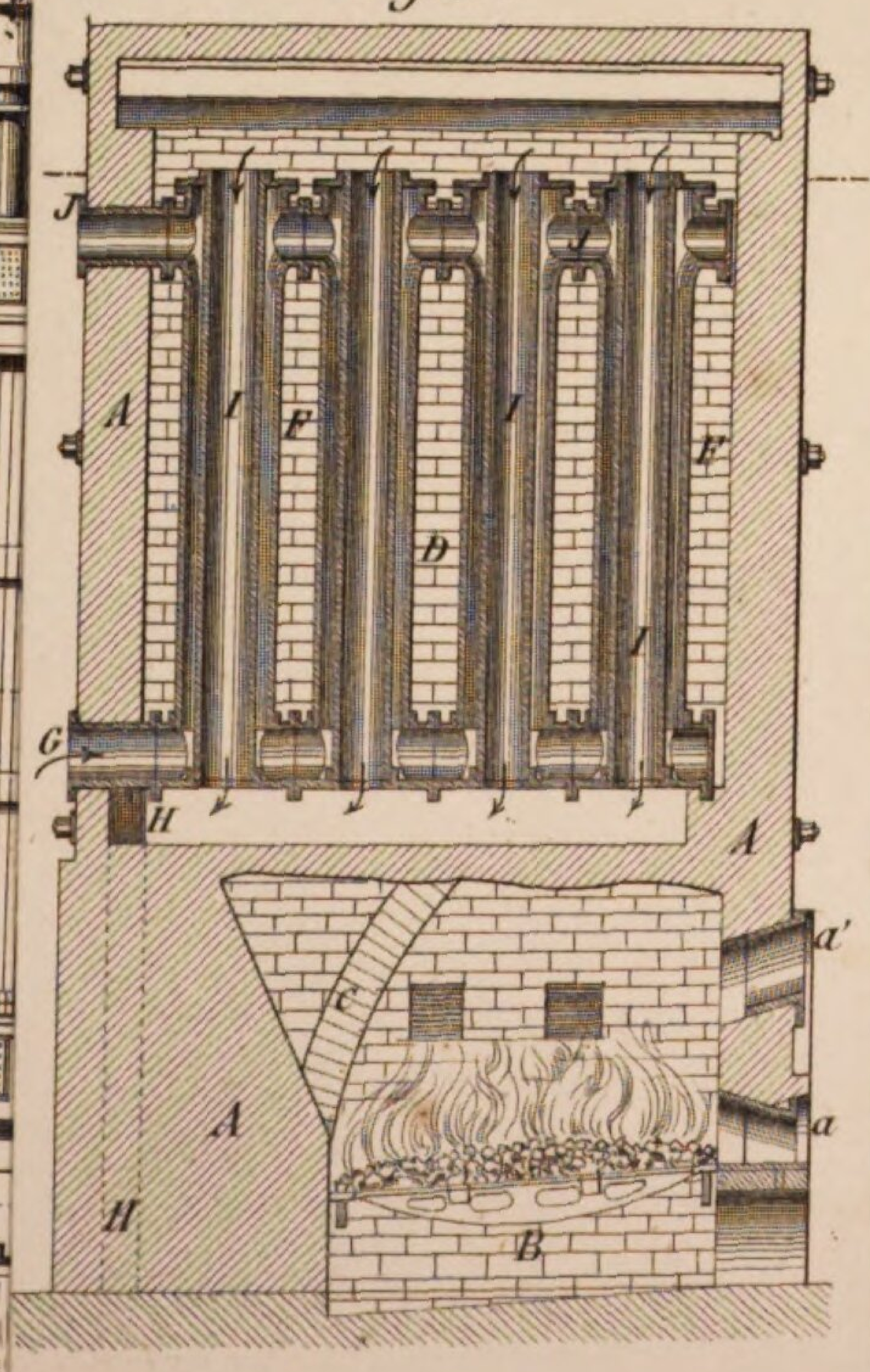



Fig. 16.




...t v. J. G. Bach, Leipzig

Taf. II.


Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.


Taf. III.



ast. v. J. G. Bach, Leipzig.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Hartmann, Carl Friedrich Alexander,

Die Fortschritte des Eisenhüttengewerbes in der neueren Zeit oder der heutige Standpunkt der Roheisen-Stabeisen- und Stahlfabrikation

Bd.: 5

Leipzig 1862